DIE NATURWISSENSCHAFTEN

17. Jahrgang | 30. August 1929 | Heft 35

Willy Wien.

Nachruf von M. v. Laue, Berlin, und E. Rüchardt, München.

Unerwartet für die Fachgenossen, die sich an seine unerschütterliche Gesundheit zu glauben gewöhnt hatten, starb am 30. August 1928, kurz nach einer Operation, Willy Wien. Er hat kein hohes Alter erreicht, denn er war geboren am 13. Januar 1864 in Gaffken bei Fischhausen in Ostpreußen. Seine Eltern stammten aus Mecklenburg; die meisten seiner Vorfahren, auch sein Vater, waren Gutsbesitzer. Nach dem Willen seiner Familie hätte Willy Wien sich ebenfalls diesem Berufe widmen sollen, und seinen Übergang zur Physik mußte er sich einigermaßen erkämpfen. Selbst nach seiner Promotion suchte man ihm klarzumachen, welch andere Lebensstellung der sichere Besitz eines Rittergutes gewährleiste, als eine ganz ungewisse akademische Laufbahn. Immerhin — er studierte in Göttingen, Berlin und Heidelberg Mathematik und Naturwissenschaften, promovierte 1886 in Berlin, wurde 1889 Assistent bei Helmholtz an der Physikalisch-technischen Reichsanstalt. 1892 folgte Habilitation an der Berliner Universität, 1896 Berufung zum außerordentlichen Professor in Aachen. 1899 kam Wien als ordentlicher Professor nach Gießen, 1900 nach Würzburg und 1920 nach München. Inzwischen (1911) hatte er den Nobelpreis erhalten.

Die Arbeiten W. Wiens, soweit sie nicht der experimentellen Erforschung der Corpuscularstrahlen gelten, gruppieren sich um Hydrodynamik und (so können wir sagen) Elektrodynamik; denn die letztere umfaßt ja auch die gesamte Optik, einschließlich jenes kleinen, aber so unvergleichlich wichtig gewordenen Gebietes, das man als die Theorie der Wärmestrahlung bezeichnet. Diese Gebiete sind gewiß nicht eng, aber sie geben trotzdem nicht den Umfang seines Interesses. Grenzen dafür gab es innerhalb der Physik nämlich überhaupt nicht; er strebte durchaus zum Ganzen, nahm an den Fortschritten jedes ihrer Zweige innerlich Anteil, wie sich im Gespräch mit Fachgenossen immer wieder ein manchmal überraschend tiefes Verständnis für ihm scheinbar ferner liegende Fragen zeigte. So erklärt es sich auch, daß er noch in seinen letzten Lebensjahren die große Arbeit übernahm, welche die Herausgabe des „Handbuchs der Experimentalphysik" mit sich brachte; er hat sie gerade noch vor seinem Tode in allem Wesentlichen zum Abschluß bringen können. Insbesondere lagen ihm auch die Fortschritte der mathematischen Physik am Herzen; so hat er z. B. die wertvollen Untersuchungen von Seitz über die Beugung an Kreiszylindern und in noch höherem Maße die von Sieger über die Beugung am elliptischen Zylinder angeregt. Überhaupt muß man aussprechen: Wiens Persönlichkeit, auch die wissenschaftliche, lernte man ganz nur im Umgang mit ihm kennen. Sei es durch Arbeit in seinem Institut, sei es auch durch Teilnahme an den winterlichen Gebirgstouren, zu denen er vor dem Kriege alljährlich eine Reihe seiner Schüler, Mitarbeiter sowie befreundeter Fachgenossen um sich versammelte. Gerade dabei, unter freiem Himmel, strahlte von ihm eine Lebensfreude, eine Freude am Forschen aus, die sich mitreißend auf die ganze Umwelt übertrug. Wieviel Arbeiten er so angeregt, wie oft er jüngere Fachgenossen ermutigt oder, vielleicht nur ihnen selbst merklich, auf einen richtigeren Weg gelenkt hat, das weist keine Literatur aus; danach müßte man jeden einzeln befragen, dem das unvergeßliche Glück zuteil geworden, mit Willy Wien Ski laufen zu dürfen.

Wenngleich schon Wiens erste Publikation, seine Doktorarbeit „Über den Einfluß der ponderablen Teile auf das gebeugte Licht" in einer experimentellen Untersuchung bestand und die Anerkennung seines Lehrers Helmholtz fand, hat Wien doch erst in Aachen dasjenige experimentelle Gebiet in Angriff genommen, das ihn sein ganzes Leben hindurch beschäftigt hat. Nachdem er sich in der Reichsanstalt, neben seinen ununterbrochenen theoretischen Studien, gemeinsam mit seinem Freunde Holborn mit der Messung hoher und tiefer Temperaturen mit dem Platinthermometer beschäftigt hatte, bot sich ihm bald nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen Gelegenheit, in den Berliner Kliniken Versuche mit diesen Strahlen anzustellen und sich die damals noch sehr schwierige Vakuumtechnik anzueignen. In Aachen fand er die notwendigen Apparate vor, um sich näher mit den Problemen der Gasentladung zu beschäftigen. Im Jahre 1897 konnte Wien bereits einen wichtigen Beitrag zu der Kenntnis der Kathodenstrahlen liefern, die damals noch von vielen Forschern (Goldstein, Wiedemann, Lenard) für eine Wellenstrahlung gehalten wurden. Es gelang ihm, die negative Ladung der Kathodenstrahlen, die durch ein Lenardfenster gegangen waren, in einem ganz feldfreien und hochevakuierten Raum nachzuweisen und auch die elektrische Ablenkung unter diesen einwandfreien Bedingungen zu untersuchen. In der gleichen Arbeit bewies er bereits die positive Ladung der von Goldstein entdeckten Kanalstrahlen, die sich weder durch ein dünnes Fenster hindurchschießen noch durch einen permanenten Magneten ablenken ließen. Die Klarheit seines Urteils wird aus folgenden Sätzen deutlich: „So kann es denn nicht mehr zweifelhaft sein, daß wir in den Kathodenstrahlen geladene Teilchen vor uns haben, wobei ein wesentlicher Unterschied zwischen den positiven und negativen Teilchen zutage tritt. Da die positiven Teilchen vom Magne-

ten nicht abgelenkt werden, müssen sie entweder eine sehr viel größere Geschwindigkeit besitzen als die negativen oder größere Masse im Verhältnis zur Ladung. Das letztere wird am wahrscheinlichsten sein. Daß die negativen Teilchen durch eine Aluminiumplatte fliegen, ohne eine nennenswerte Einbuße an Geschwindigkeit zu erleiden, wie die im wesentlichen unveränderte Ablenkung durch den Magneten beweist, spricht dafür, daß wir es nicht mit den gewöhnlichen chemischen Molekülen zu tun haben." Schon im folgenden Jahre erschien eine ausführliche Arbeit „Über die elektrostatische und magnetische Ablenkung der Kanalstrahlen". Der Nachweis der magnetischen Ablenkung in starken Feldern bereitete besondere Schwierigkeiten und zeigt WIEN bereits als Experimentator ersten Ranges. Die Größenordnung von $\frac{e}{m}$ und v wurde bestimmt und auch bereits konstatiert, daß die Strahlen nicht einheitlich waren. „Aus dieser Beobachtung ist der Schluß zu ziehen, daß die Kanalstrahlen mit den Vorgängen bei der Elektrolyse am nächsten verwandt sind", bemerkt WIEN am Ende dieser Arbeit. Die nähere Erforschung der Natur und Entstehungsart der Kanalstrahlen erwies sich als sehr schwierig, und es ist spannend zu verfolgen, wie WIEN nun in seiner Würzburger Zeit systematisch und sicher der Frage nach dem Ursprung und der Art der Ionen näherzukommen sucht, einen Einblick in die komplizierten Umladungsvorgänge gewinnt und jeden Fortschritt auf dem Gebiete der Vakuumtechnik für seine Untersuchungen nutzbar macht und weiterentwickelt. Seine „Durchströmungsmethode" ist für viele Arbeiten mit Kathoden-, Kanal- und Röntgenstrahlen unentbehrlich geworden. Mehrere Schüler sind bereits mit ihm an der Arbeit. Die Fluorescenzwirkung der Strahlen wird untersucht, der Mechanismus der Umladungen wird qualitativ geklärt. WIEN zeigt, daß ein Kanalstrahl, dem seine geladenen Bestandteile durch ein starkes Magnetfeld entzogen sind, sich durch die Wechselwirkung mit den Molekülen des Gases auf dem weiteren Wege wieder bis zum gleichen Betrage auflädt. Die sekundäre Elektronenstrahlung der Kanalstrahlen wird von FÜCHTBAUER aufgefunden. Die Energie der Kanalstrahlen wird mit Hilfe einer Thermosäule der Messung zugänglich gemacht und diese neue Untersuchungsmethode alsbald zur quantitativen Erforschung der Zusammensetzung eines magnetisch abgelenkten Strahlenbündels aus seinen verschiedenen Ionenarten verwertet. Im Jahre 1911 folgt dann eine wichtige experimentelle Arbeit über die quantitative Bestimmung der mittleren freien Weglängen der Umladungen der Kanalstrahlen. Die in dieser Arbeit von WIEN entwickelte Theorie und Methode ist in ganz ähnlicher Form wieder in neuerer Zeit bei der Untersuchung der analogen Vorgänge bei den α-Strahlen benutzt worden. Neben diesen Arbeiten zogen in der ersten Würzburger Zeit die Röntgenstrahlen WIENS Interesse in besonderem Maße auf sich. Wir gehen darauf weiter unten ein. Die Entdeckung des Dopplereffektes bei den Kanalstrahlen durch STARK gab neue Untersuchungsmethoden an die Hand und lenkte WIENS Aufmerksamkeit auf die Probleme der Lichtemission. Inzwischen hatte sich ein größerer Schülerkreis um ihn gesammelt, das Studium des Dopplereffektes stand im Mittelpunkt des Interesses. Die Vorgänge der Lichtanregung durch Kanalstrahlen wurden durch WILSAR geklärt. Die Ermittelung der Masse und Ladung der Linienträger bildete das Ziel mehrerer Arbeiten von WIENS Schülern. Die Frage, ob die Serienemission des Wasserstoffes den neutralen oder positiv geladenen Wasserstoffatomen zugehört, wurde damals besonders eifrig diskutiert. Die Theorie konnte noch keine Anhaltspunkte zu der Entscheidung dieser Fragen geben. Versuche mit den Kanalstrahlen zeigten zwar, daß die Serienemission im ablenkbaren Teil des Wasserstoffkanalstrahles viel schwächer war als im unabgelenkten, doch ließ sich ein eindeutiger Schluß nicht ziehen, weil Umladungen und Neuanregungen nicht vermieden werden konnten. Trotzdem hat WIEN immer die Ansicht vertreten, daß der Träger der Balmerserie das neutrale Atom ist oder aber der Neutralisierungsvorgang mit der Emission dieser Serie verbunden ist. Erst die große Pumpgeschwindigkeit der modernen Pumpen hat es WIEN im Jahre 1922 ermöglicht, eine einwandfreie Methode zur Unterscheidung zwischen geladenen und ungeladenen Linienträgern im Kanalstrahl auszubilden, als die Theorie in vielen Fällen ihr Urteil bereits gesprochen hatte. Die Kanalstrahlen treten in ein hohes Vakuum leuchtend ein und passieren ein transversales elektrisches Feld. Mit einem spaltlosen Spektrographen erscheint das Bild des Strahles im Lichte einer Spektrallinie, die einen neutralen Träger hat (Bogenlinie), unabgelenkt, im Lichte einer Linie, die einem geladenen Träger zugehört (Funkenlinie), jedoch zur Seite abgelenkt. Diese Meisterarbeit, die WIEN auf der Höhe seiner experimentellen Kunst zeigt, hat, wie uns scheint, nicht die genügende Beachtung gefunden. Die klare Fragestellung, die rein experimentelle, von jeder theoretischen Spekulation freie Methode ist besonders charakteristisch für WIENS Denk- und Arbeitsweise, die sich besonders in seinem späteren Alter immer mehr in dieser Richtung entwickelt hat. Vielleicht die schönste, experimentell und theoretisch gleich bedeutende Untersuchung hat WIEN kurz vor dem Kriege veröffentlicht im Anschluß an die Entdeckung der elektrischen Aufspaltung der Spektrallinien durch STARK, die weiter unten genauer zu besprechende elektrodynamische Aufspaltung der Spektrallinien bewegter Atome, die er theoretisch vorhergesagt hatte. Nur „einem Meister der Theorie und des Experimentes", wie die stolze Aufschrift auf der ihm verliehenen Ernst Abbe-Medaille lautet, konnte diese Entdeckung gelingen. Der Ausbruch des Weltkrieges unterbrach auf mehrere Jahre die eifrige wissenschaftliche Arbeit und das ideale

Zusammenleben einer kleinen aus In- und Ausländern zusammengesetzten Schülergemeinde im Würzburger Institut. Wien selbst hat diese Würzburger Zeit vor dem Kriege auch später für die glücklichste seines Lebens gehalten. Nun galt es mit den wenigen Kräften den Lehrbetrieb aufrechtzuerhalten und im übrigen nach Möglichkeit dem Vaterlande zu dienen. Wien litt unsäglich unter den Sorgen um die Zukunft Deutschlands, und nur unermüdliche Arbeit hat ihm über die schwere Zeit hinweggeholfen. Die Arbeiten im Institut wurden auf den Bedarf des Heeres eingestellt; unter Wiens Leitung wurden die verschiedensten Fragen der drahtlosen Telegraphie und Telephonie bearbeitet, und vor allem die Herstellung und Anwendung der Elektronenröhren studiert. Eine Reihe von Physikern wurde zeitweise von der technischen Abteilung der Funkertruppen nach Würzburg kommandiert. Gleich nach Beendigung des Krieges benutzte Wien die gesammelten Erfahrungen auf dem Gebiete der Hochvakuumtechnik für die Lösung neuer wissenschaftlicher Fragen. Er entwickelte seine bekannte Methode zur Messung der „Leuchtdauer" der Atome durch die Ermittelung der Intensitätsabnahme eines angeregten Kanalstrahls, der in ein hohes Vakuum eintrat. Auf diese Untersuchungen, die in besonders einwandfreier Weise eine durch andere Methoden der Messung nur schwer zugängliche, für den elementaren Leuchtvorgang maßgebende Größe zu bestimmen gestatteten, hat Wien viel Mühe verwendet. Die Übersiedelung nach München im Herbst 1920, zu der er sich nicht leichten Herzens entschloß, unterbrach seine Arbeiten nur für kurze Zeit, trotz der außerordentlich gesteigerten Anforderungen durch Lehrtätigkeit und Verwaltung. Die Untersuchung der Lymanserie in den Kanalstrahlen mit einem Vakuumspektrographen und die Messung der Abklingung der Linien dieser Serie, ausführliche Beobachtungen über das An- und Abklingen von Spektrallinien, die zur Kontrolle einer allgemeinen, mehr phänomenologischen „Theorie des Leuchtens der Kanalstrahlen" dienten, die er in dieser Zeit entwickelte, beschäftigen ihn. Auch die erwähnten Versuche über die Ladung der Linienträger hat Wien in München zu Ende geführt. Die neue Entwicklung der theoretischen Physik, besonders die Wellenmechanik Schrödingers, hat Wien mit regem Interesse verfolgt, und noch in seinem letzten Lebensjahr hat er mit Versuchen über die Beugung von Kathodenstrahlen an einem Gitter begonnen. In Aachen hatte Wien als erster in eindeutiger Weise die corpusculare Natur der Kathodenstrahlen bewiesen, 30 Jahre später sehen wir ihn bemüht, die Beugung dieser Strahlen nachzuweisen. Ein langer Weg erfolgreicher Arbeit liegt dazwischen. Wiens letzte im wesentlichen abgeschlossene experimentelle Arbeit ist wieder von klassischer Klarheit in der Fragestellung und Durchführung. Sie ist nur in kurzen Worten in den Berichten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften mitgeteilt worden. Wien zeigt in dieser Arbeit, daß die Heliumlinien, welche nur im elektrischen Felde entstehen, beim Eintritt der im Felde angeregten Heliumatome des Kanalstrahls in einen feldfreien Raum keine meßbare Leuchtdauer mehr besitzen. Das Vorhandensein eines elektrischen Feldes ist demnach nicht nur für die Anregung, sondern auch für die Aussendung dieser Linien erforderlich. Auf den Platten zeigten sich bei den langen Expositionen noch einige schwache, im elektrischen Felde aufgespaltene Linien, deren Ursprung unbekannt war und die Wien weiter zu untersuchen beabsichtigte.

Wir haben hier nur die wichtigsten experimentellen Arbeiten Wiens anführen können; sie sind vielfach von seinen Schülern mit verbesserten Methoden und unter definierteren Bedingungen weiter ausgebaut worden. Im Handbuch der Radiologie und im neuen Handbuch der Experimentalphysik hat Wien seine und seiner Schüler Untersuchungen auf dem Gebiete der Kanalstrahlen im Zusammenhang dargestellt. Es ist erstaunlich, zu wie mannigfachen Fragen des Atomismus und der Lichtemission Wien durch die Ausnutzung der Eigenschaften dieser Strahlen einen Zugang gewonnen hat. Einzig die Fragen der Kernphysik blieben den Engländern überlassen, und den Arbeiten Astons hat Wien stets begeisterte Anerkennung gezollt. Die wissenschaftlichen Probleme, die in Wiens Institut bearbeitet wurden, blieben indessen keineswegs auf sein Spezialgebiet beschränkt, sondern waren außerordentlich vielseitig. Von seinen Schülern sind außer Arbeiten über die Turbulenz, solche über Halleffekt, Zeemaneffekt, Starkeffekt, über elektrische Schwingungen, die magnetische Suszeptibilität und die Dielektrizitätskonstante von Gasen, lichtelektrische Leitfähigkeit von Krystallen, Verbreiterung von Spektrallinien durch Druck, Anregung von Spektrallinien durch Elektronenstoß, Röntgenstrahlen und viele andere Fragen veröffentlicht worden. Allen unter ihm arbeitenden Schülern brachte er ein tiefes Verständnis und Interesse entgegen und war jederzeit bereit, zu helfen und zu raten. Was sie an ihrem Lehrer verloren haben, ist unersetzlich, das Andenken an den gütigen und großen Menschen wird sie ihr ganzes Leben hindurch begleiten.

Wiens hydrodynamische Arbeiten knüpfen fast alle an Untersuchungen seines großen Lehrers Helmholtz an und betreffen die Luftbewegung in Zyklonen oder die Wellen an der Grenze zweier gegeneinander strömenden Flüssigkeits- oder Gasschichten. Es sind das Gedankengänge, welche, lange Zeit wenig beachtet, in der heutigen Meteorologie eine bedeutende Rolle spielen. Über die Turbulenzvorgänge hat Wien in seiner Würzburger Zeit zwei Dissertationen angeregt. Von besonders großem, allgemeinphysikalischem Interesse ist die Untersuchung über die Lokalisierung der Energie aus dem Jahr 1892.

Der Begriff „Energie" war ursprünglich ganz

unabhängig von der Frage nach ihrer Lokalisierbarkeit. Die Energie eines Systems gravitierender Körper z. B. ist nach Newtons Gesetz wohl bekannt, aber nicht auf verschiedene Raumbezirke aufteilbar. Ebenso stand es bei den statischen elektrischen und magnetischen Feldern, solange man dort an Fernkräfte glaubte. Zwar war ein Raumintegral wohl bekannt, das der Energie gleich ist; aber dem Integranden irgendeine physikalische Bedeutung zu geben, dazu lag damals keine Veranlassung vor. In der ältesten Nahewirkungstheorie hingegen, der Dynamik der deformierbaren Körper, hatte man von jeher jedes elastisch gespannte Körperstück als Sitz elastischer Energie angesehen. Nun hatten freilich die Faraday-Maxwellschen Ideen die Fernwirkung aus der Elektrodynamik ausgemerzt, und Poynting hatte in konsequenter Fortführung der Feldtheorie den entscheidenden Schritt getan, die Energie über den Raum zu verteilen und den Vektor der Energieströmung anzugeben, aus dessen Divergenz man die zeitliche Veränderung der Energiedichte entnehmen kann; es dient dazu genau dieselbe Beziehung, welche als Kontinuitätsgleichung zwischen der Strömung und der Dichte einer Flüssigkeit besteht.

Der heutigen jüngeren Physikergeneration ist das so geläufig, daß sie kaum versteht, was das für eine Umwälzung war und welche Bedenken sich seinerzeit dagegen erhoben. Die Bedenken betrafen einmal die mathematische Eindeutigkeit des Poyntingsschen Vektors (man kann einen Vektor nicht durch seine Divergenz allein definieren), sodann aber die Frage, ob die Vorstellung einer Energieströmung überhaupt physikalisch durchführbar sei. Und da zeigte nun Wien, daß man sie ebenfalls für die Dynamik der Continua völlig ungezwungen durchführen könne. Durch einfache mathematische Operationen an den Grundgleichungen der Hydrodynamik oder auch denen für die Elastizität fester Körper kommt er zu Beziehungen von der Form der Kontinuitätsgleichung, nur daß darin nicht von der materiellen Dichte, sondern von der Energiedichte die Rede ist. Der Vektor der Energieströmung berechnet sich dabei aus den Spannungen und der Geschwindigkeit der Körper; er ist auch durchaus anschaulich. Zum Beispiel strömt in einer rotierenden und tordierten Welle die Energie parallel zur Drehachse, in einem gespannten und in seiner Richtung bewegten Seil der Bewegung entgegen usw. Wir möchten glauben, daß diese Untersuchung zum schließlichen Siege der wichtigen Lehre von der Energieströmung nicht unerheblich beigetragen hat.

In Wiens Arbeiten zur Elektrodynamik im engeren Sinne spiegelt sich deutlich deren Zeitgeschichte. Mitte der achtziger Jahre, als er seine wissenschaftliche Laufbahn begann, kämpfte die Maxwellsche Theorie um ihre Anerkennung. Aus dieser Zeit stammt eine Untersuchung über die Frage, ob sie die Lichtdurchlässigkeit der Metalle richtig zu berechnen gestattet. Eigene Versuche zeigten Wien, daß dem nicht so ist. Aber er erblickt darin durchaus zutreffend keine Widerlegung ihrer gedanklichen Grundlagen, sondern nur die Notwendigkeit, sie in Richtung auf eine Molekulartheorie zu ergänzen. Später, in dem Jahrzehnt von 1895—1905, da sich die Elektrodynamik allmählich von einer berühmten Lorentzschen Abhandlung zur Relativitätstheorie durchrang, hat Wien mehrfach in die Entwicklung eingegriffen. In einem Vortrag auf der Naturforscherversammlung 1898 stellte er die Helmholtzsche Idee eines in sich beweglichen, durch die Maxwellschen Spannungen jedes Wechselfeldes in Strömung versetzten Äthers dem Lorentzschen Gedanken des starren Äthers gegenüber und sichtete die einschlägigen Erfahrungstatsachen, sprach auch über weitere möglich scheinende Versuche. Mehrfach beschäftigten ihn die Erweiterungen der Maxwellschen Gleichungen, wie sie einerseits Lorentz, andererseits E. Cohn für bewegte Körper vorgeschlagen hatte. Er untersuchte insbesondere die Felderregung durch eine bewegte Lichtquelle und fragte nach dem Geschwindigkeitseinfluß auf die ausgestrahlte Energie. Mit der Trägheit des elektromagnetischen Feldes und der Masse, welche jeder geladene Körper dadurch erhält, beschäftigt sich eine Untersuchung, bei der Wien die Zurückführbarkeit der Mechanik auf die Elektrodynamik diskutiert. Über die Relativitätstheorie selbst hat er nicht viel veröffentlicht. Eine Bemerkung in einem Vortrag („Physik und Erkenntnistheorie" 1918) läßt vermuten, daß ihm die Umstellung auf sie dieselbe Gewissenspein bereitet hat, wie vielen anderen Physikern, die sie miterlebt haben. Daß er sie aber innerlich verarbeitet und in ihrer Bedeutung zu würdigen gewußt hat, zeigt ein etwas späterer Vortrag im Verwaltungsgebäude der Firma Siemens & Halske (1921), in welchem er seinen Hörern in weiser Beschränkung nicht diese Theorie lehren will — denn das ist in einem einzelnen Vortrag unmöglich, — wohl aber, wie sie entstanden, welche Ziele sie verfolgt und welcher Wert ihr zukommt. Daß Wien diesen ausdrücklich auf die naturwissenschaftliche Erkenntnis beschränkt, ist zwar selbstverständlich, soll aber im Hinblick auf manche törichte Übertreibung anderer hier hervorgehoben werden.

Und doch gibt es unter Wiens Arbeiten zwei, welche man bei der Relativitätstheorie nicht übersehen sollte. Die eine enthält den für Wiens konkrete Denkweise recht kennzeichnenden Vorschlag zu einem (unausgeführt gebliebenen) Versuch, bei welchem der vorrelativistische Standpunkt einen Einfluß erster Ordnung[1] der Erdbewegung auf einen meßbaren optischen Vorgang annehmen mußte. Wien will die Fizeausche Zahnradmethode zur Messung der Lichtgeschwindigkeit dahin abändern, daß zwei gleiche Zahnräder in

[1] Wien spricht von einem Einfluß zweiter Ordnung, weil bei Durchrechnung immer das Produkt aus der Erdgeschwindigkeit und der Drehgeschwindigkeit der Welle auftritt. Aber die Erdgeschwindigkeit allein geht linear in die Gleichungen ein.

gleicher Stellung auf den Enden einer langen Welle sitzen, und daß zwei Lichtstrahlen in entgegengesetzter Richtung die Welle entlang laufen. Ist das Ganze „in Ruhe", so brauchen beide Strahlen dieselbe Zeit zur Durchlaufung dieser Strecke. Bei derselben Drehgeschwindigkeit werden beide ausgelöscht, indem sie, wenn sie beim ersten Zahnrad durch eine Lücke hindurchgelangt sind, beim zweiten auf einen Zahn stoßen. Bei „Bewegung" des Ganzen in Richtung der Welle hingegen sind die Durchlaufungszeiten ungleich. Es muß möglich sein, sofern sich die Welle als der starre Körper der Newtonschen Dynamik benimmt, bei bestimmten Drehgeschwindigkeiten den einen Strahl durchzulassen, den anderen auszulöschen. Und eine solche Drehgeschwindigkeit gibt dann ein Maß für die Erdgeschwindigkeit gegen den „Äther". Die Relativitätstheorie leugnet diesen Effekt natürlich ihrem Grundprinzip gemäß. Aber sie entnimmt dem Gedanken ein schönes Beispiel für ihre Dynamik, welche ja schon in der Lorentz-Kontraktion von einer Formänderung als Folge der Bewegung spricht. Damit der beschriebene Effekt nicht eintritt, ist nämlich notwendig und hinreichend eine Torsion der Welle, die sich ohne ein Torsionsmoment rein als Folge der zusammenwirkenden Translations- und Drehbewegung einstellt. Gelegentlich (in Auerbachs Taschenbuch für Mathematiker und Physiker) hat Wien übrigens das Postulat des negativen Ausfalls dieses Versuchs zusammen mit dem Michelson-Versuch benutzt, um in einfacher Weise die Lorentz-Transformation abzuleiten.

Wichtiger noch ist ein wirklich ausgeführter Versuch Wiens. Kanalstrahlen durchlaufen ein Magnetfeld, und zwar senkrecht zu den Kraftlinien. Die Spektrallinien, die sie aussenden, zeigen die Aufspaltung, welche J. Stark bei ruhenden Teilchen im elektrischen Felde entdeckt hat. Ein solches Ergebnis läßt zwar schon die ältere Lorentzsche Theorie, wie auch manche andere Fassung der Elektrodynamik voraussehen, indem sie in den Ansatz für die auf einen Ladungsträger wirkende Kraft neben der elektrischen Feldstärke das Vektorprodukt aus Geschwindigkeit und magnetischer Feldstärke aufnimmt. Aber in der Relativitätstheorie ist ein solcher Ansatz besonders innig mit dem Grundprinzip verknüpft; behauptet sie doch die „Relativität des elektromagnetischen Feldes", derzufolge z. B., was im einen Bezugssystem ein rein magnetisches Feld ist, in anderen im allgemeinen die Überlagerung eines magnetischen und eines elektrischen Feldes darstellt. Beim Wienschen Versuch zeigt sich ganz unmittelbar die elektrische Komponente, welche das vom Experimentator angelegte Magnetfeld in dem mit den Kanalstrahlteilchen bewegten Bezugssystem besitzt.

Doch nun wollen wir zu den Fällen übergehen, in denen Wien das größte Glück des Forschers zu Teil wurde, bahnbrechend zu wirken. Schon die Dissertation dürfen wir als solche Tat Wiens bezeichnen, wenngleich sie, wie bei einem Physikstudierenden der Berliner Universität damals selbstverständlich, durch Helmholtz und Kirchhoff beeinflußt war. Letzterer hatte anfangs der achtziger Jahre in einer berühmten Abhandlung die Berechnung der Lichtbeugung, wie sie Fresnel eingeführt und viele nach ihm benutzt hatten, so weit an die Wellenlehre des Lichtes mathematisch angeschlossen, daß man das Verhältnis beider genau überblicken, insbesondere die zur Beugungstheorie notwendigen Vernachlässigungen vollständig angeben konnte. Diese Vernachlässigungen schlossen Beugung um große Winkel von der Berechnung aus; und das paßte ganz gut zu den damals vorliegenden Beobachtungen, die sich auch nur auf die verhältnismäßig lichtstarken Erscheinungen bei kleinen Beugungswinkeln bezogen. Wiens Dissertation hat nun gerade die Beugung um große Winkel zum Gegenstand und führte damit in ein völlig unbekanntes Land. Wien konzentrierte das Licht der stärksten verfügbaren Lichtquellen mittels Linsen auf eine Metallschneide und entdeckte, indem er diese aus dem Schatten heraus mit einem optischen Instrument anvisierte, daß sie als schwache, feine Lichtlinie erscheint. Er untersuchte im einzelnen Polarisation und Färbung des Beugungslichtes, fand durch Wechseln der Schneiden den Materialeinfluß, alles Tatsachen, die der bestehenden Beugungstheorie völlig fremd waren. Und es tut Wiens Verdienst keinen Abbruch, das zur gleichen Zeit in Frankreich Gouy dieselben Untersuchungen anstellte, zumal seine Ergebnisse mit denen jenes gewiegten Optikers durchaus in Einklang stehen — auch spätere Experimentatoren haben sie in vollem Umfange bestätigt.

Diese Versuche stellten die Beugungstheorie vor ganz neue, bis zum heutigen Tag nicht voll gelöste Aufgaben. Zwar gibt Sommerfelds allzeit klassische Untersuchung der Beugung an der Kante viele Züge der Beobachtung wieder; da sie aber ein unendlich gut leitendes Material voraussetzt, verzichtet sie auf Berechnung des Materialeinflusses. Epsteins Theorie der Beugung am parabolischen Zylinder führt in dieser Beziehung weiter, doch ist die schwierige Diskussion ihrer Gleichungen nur für wenige Fälle durchgeführt. Hier bleibt noch Erhebliches zu tun übrig.

In dem Streit um die Natur der Röntgenstrahlen stand Wien von vornherein auf seiten der Wellentheorie. Verschiedentlich hat er gesucht, Wiecherts Vorstellung, derzufolge der nach der Maxwellschen Theorie bei Bremsung eines Kathodenstrahlteilchens entstehende elektromagnetische Impuls das Element dieser Strahlen bildet, mathematisch auszuarbeiten, um zu einer Schätzung der Impulsbreite zu gelangen, die ja mit der Wellenlänge im wesentlichen äquivalent ist. Diese Arbeiten sind überholt; nur eine zukünftige Quantentheorie vermag den heute unbestrittenen Wahrheitswert der Wiechertschen Hypothese in Formeln umzusetzen. Immerhin haben sie ihn und indirekt einige Schüler Wiens zu Messungen über den Energieumsatz bei der

Erzeugung der Röntgenstrahlen veranlaßt, die auch heute noch Bedeutung haben. Aber die erste experimentelle Bestimmung der Wellenlänge nach quantentheoretischem Gesichtspunkt verdanken wir WIEN.

Die exaktesten Wellenlängenmessungen beruhen in allen Spektralbereichen auf Interferenzerscheinungen, besonders auf den durch Gitter hervorgerufenen Vielfachinterferenzen. Aber es gab stets und gibt noch heute Teile des Spektrums, für die man keine anwendbare Gittermethode kennt; man denke etwa an die Gammastrahlen von 10^{-10} cm oder noch geringerer Wellenlänge. In solchen Fällen hilft seit 1905 EINSTEINS $h\nu$-Beziehung aus; man mißt die Maximalenergie der Elektronen, welche die fragliche Strahlung lichtelektrisch frei macht, und bestimmt daraus die Schwingungszahl ν. Dies heute oft und in vielen Variationen angewandte Verfahren hat zuerst, sehr bald nach EINSTEINS einschlägiger Veröffentlichung, W. WIEN angewandt, und zwar auf die Röntgenstrahlen (1907). Er fand die Wellenlänge zu $6{,}7 \cdot 10^{-9}$ cm, einen in Anbetracht der Neuheit des Verfahrens ganz ausgezeichneten Wert. SOMMERFELDS Schätzung aus den Beugungsversuchen von HAGA und WIND hatte auf rund das Doppelte geführt.

Die größte, für alle Zeiten klassische Leistung WIENS liegt aber bei der Thermodynamik der Strahlung. Wie fand er sie um 1890 vor? Seit 40 Jahren besaß man KIRCHHOFFS Gesetz von der Gleichheit von Emissions- und Absorptionsvermögen und machte von ihm reichlichen, sogar übertriebenen Gebrauch. (Erst die Röntgenstrahlspektroskopie mit ihrem fundamentalen Unterschied zwischen Emissions- und Absorptionsspektrum hat die Aufmerksamkeit wieder darauf gelenkt, daß das Absorptionsvermögen, wie es im KIRCHHOFFschen Gesetz auftritt, gleiche Temperatur bei Strahlung und Körper voraussetzt.) Mit der universellen Hohlraumstrahlung, deren Existenz KIRCHHOFF bewiesen hatte, beschäftigte man sich nicht allzuviel; es gab da wohl nur die kleine Abhandlung BOLTZMANNS über den Zusammenhang zwischen ihrer Gesamtenergie und der Temperatur (T^4-Gesetz), die freilich, um mit H. A. LORENTZ zu reden, eine Perle der theoretischen Physik darstellte. Welche Bedeutung ihr einmal für die Gesamtphysik zukommen werde, ahnte niemand; teils dies, teils daß man sie nicht herzustellen verstand, sich im Gegenteil bei jeder Messung mit den schwer abzuschätzenden Abweichungen der wirklichen Strahlungsquellen vom schwarzen Körper plagen mußte, gaben die Gründe für das geringe Interesse ab. Immerhin lag die Aufgabe klar vor Augen, auf deren Lösung es ankam: Die Energie als Funktion des spektralen Ortes und der Temperatur des Hohlraums zu bestimmen.

Hier nun sah WIEN mit genialem Blick ein theoretisches Mittel in der Benutzung des DOPPLERschen Prinzips. Die adiabatische Kompression der Hohlraumstrahlung, ausgeführt mittels eines vollkommenen Spiegels, verändert, da dieser sich bewegen muß, bei jedem ihn treffenden Strahl die Schwingungszahl und führt so dessen Energie, abgesehen davon, daß er sie auch noch durch die Arbeit gegen den Strahlungsdruck vergrößert, in einen etwas anderen Spektralbereich über. Freilich hätte man sagen können: Dabei entsteht ein Strahlungszustand, der nicht dem thermodynamischen Gleichgewicht entspricht, also nicht KIRCHHOFFsche Hohlraumstrahlung ist. Aber hier führt der zweite geniale Gedanke WIENS zu dem Satz: Adiabatische Volumenänderung führt Hohlraumstrahlung wieder in Hohlraumstrahlung, natürlich von anderer Temperatur, über, und zwar deshalb, weil die mit der Volumenänderung verknüpfte Arbeit nach MAXWELL nur von der gesamten Energie der Strahlung, nicht aber von deren spektralen Verteilung abhängt. Anderenfalls nämlich könnte man nach einer ersten Volumenänderung den entstandenen, nach Annahme instabilen Strahlungszustand auf irreversiblem Wege ohne Energieänderung in richtige Hohlraumstrahlung überführen, sodann die Volumenänderung rückgängig machen, wobei die zunächst aufgewandte Arbeit zurückgewonnen wird, und dann nochmals bei konstanter Energie irreversibel den Gleichgewichtszustand herbeiführen. Das wäre ein Kreisprozeß ohne jede bleibende Änderung aber mit zwei irreversiblen Gliedern — eine thermodynamische Unmöglichkeit. So konnte WIEN die Spektralverteilung der Hohlraumstrahlung bei der einen Temperatur zurückführen auf die bei irgendeiner anderen. Das ist der Inhalt des WIENschen Verschiebungsgesetzes, welches wir heute am liebsten in der Form

$$u_\nu = \nu^3 f\left(\frac{\nu}{T}\right)$$

schreiben (u_ν Energiedichte für den Spektralbereich $d\nu$, ν Schwingungszahl, T absolute Temperatur, f eine willkürlich bleibende Funktion).

Daneben aber, auch das darf man nie vergessen, enthält die zweite der beiden einschlägigen Arbeiten zuerst die klare Übertragung des Entropiebegriffes, den CLAUSIUS für den Körper eingeführt hatte, auf die Strahlung. Auch das war ein folgenschwerer Schritt, dessen Kühnheit man daraus entnehmen kann, daß ein HELMHOLTZ — sofern wir mündliche Bemerkungen WIENS und eine Stelle in seinen nachgelassenen Lebenserinnerungen richtig verstanden haben — gegen ihn zunächst erhebliche Bedenken geäußert und ein LORD KELVIN sich nie mit ihm befreundet hat. Aber er war ganz unvermeidbar, sollte der Entropiesatz wirklich uneingeschränkte physikalische Bedeutung erhalten.

Das Verschiebungsgesetz leistet, mathematisch gesprochen, die Zurückführung einer Funktion u_ν von zwei unabhängigen Veränderlichen ν und T auf die Funktion $f\left(\frac{\nu}{T}\right)$ einer Veränderlichen. Ohne weiteres konnte man von dieser aussagen, daß sie für große, wie für kleine Werte ihres Arguments verschwindend klein sein muß, und daß sie nur ein Maximum besitzt. Damit aber verband das Verschiebungsgesetz zum erstenmal die bekannten Tatsachen, daß die Körper erst von einer bestimmten Temperatur (etwa 530° C) an sichtbar strahlen,

daß ihre Strahlung dann zunächst rot gefärbt ist und erst mit weiter wachsender Temperatur gelb und für die höchsten auf Erden erreichbaren Temperaturen einigermaßen weiß wird, mit einer wohlbegründeten Theorie. Die Lage des Maximums war für irdische Temperaturen leidlich bekannt, seine Festlegung im Spektrum der Himmelskörper ermöglichte folglich Abschätzungen über deren Temperatur. Und — das war wohl das Wichtigste — das Verschiebungsgesetz bildete die letzte Vorstufe zur Quantentheorie; denn als PLANCK sein Strahlungsgesetz aufstellte und dessen theoretische Deutung mittels des Energieelementes gab, nötigte es ihn, dies zur Schwingungszahl proportional zu setzen und als Proportionalitätsfaktor jene Konstante h einzuführen, die seitdem fast die ganze physikalische Entwicklung beherrscht. Soweit die Mittel der damaligen Physik überhaupt reichten, hat WIEN die Strahlungstheorie mit seinem Verschiebungsgesetz gefördert. Wesentlich weiter zu gelangen und durch Ermittelung der Funktion f das ganze Problem zu lösen, war ihm freilich nicht vergönnt. Sein Ansatz dazu, das „WIENsche Strahlungsgesetz", das auch heute manchmal noch als gute und bequeme Näherung verwandt wird, war mehr durch wissenschaftliche Ahnung als durch stichhaltige Begründung entstanden.

Von gleicher Wichtigkeit in der Auswirkung wie das Verschiebungsgesetz war aber die Verwirklichung des schwarzen Körpers, die WIEN gemeinsam mit LUMMER wenige Jahre später veröffentlichte. Der Gedanke ist hier so einfach, daß man unwillkürlich an das Ei des Columbus denken muß In der Tat, stellt sich die Gleichgewichtsstrahlung in jedem gleichtemperierten Hohlraum ein, so sehe man hinein, um sie wahrzunehmen! Daß die erforderliche Öffnung das Gleichgewicht ein wenig stört, ist selbstverständlich; aber die Störung läßt sich in ihrer Wirkung leicht abschätzen, namentlich für den kugelförmigen Hohlraum, den WIEN und LUMMER zunächst herstellten, und damit unter das für die Messung erforderliche Maß herunterdrücken. Erst diese Neuerung hat die genauen Strahlungsmessungen der darauf folgenden Jahre ermöglicht, aus denen PLANCK sein Strahlungsgesetz zuerst, vor jeder theoretischen Begründung, ablas. Es bleibt WILLY WIENS unsterblicher Ruhm, bis unmittelbar an die Pforten der Quantenphysik geführt zu haben; schon der nächste Schritt, den PLANCK vollzog, führte durch diese hindurch.

Ein neues Zeugnis für die Darwinsche Senkungstheorie der Korallenriffe.

Von MAX EGON THIEL, Hamburg.

Seit SEMPER zum ersten Male Einwände gegen die bis dahin fast allgemein anerkannte DARWINsche Senkungstheorie der Korallenriffe (vgl. S. 682 und 683) gemacht hat, ist die Frage der Entstehung der Barrierriffe und Atolle in dauerndem Fluß geblieben. Neue Theorien, wie die von WHARTON, AGASSIZ, MURRAY, WOOD JONES, DALY, MOLENGRAAFF und A. KRAEMER, wurden aufgestellt und erwarben sich eine mehr oder weniger große Anhängerschaft. Andererseits standen mächtige Verteidiger der alten DARWINschen Theorie auf wie R. LANGENBECK und in letzter Zeit vor allem W. M. DAVIS (4). Sie fanden ebenfalls ihre Anhängerschaft. Viele Autoren aber verhielten sich unentschieden und vertraten die Ansicht, daß je nach Ort und Umständen eine verschiedene Erklärung für die Entstehung der Koralleninseln angenommen werden müsse.

In letzter Zeit bemühte man sich vor allem, durch genaue Erforschung der Lebensweise der Steinkorallen, ihrer Vorkommensbedingungen, ihres Wachstums usw., sowie durch eine eingehende Untersuchung der einzelnen Teile der Riffe und der von ihnen eingeschlossenen Inseln die Entstehung der Barrieren und Atolle zu verstehen. Hier waren es vor allem W. M. DAVIS, VAUGHAN und A. G. MAYOR[1], die unsere Kenntnis sehr weitgehend gefördert haben.

Die Untersuchungen der Biologie der Steinkorallen führten nun zu dem Ergebnis, daß das Wachstum derselben ziemlich schnell vor sich geht und daß jedes Jahr eine sehr große Kalkmasse in Form der gebildeten Skelettzuwüchse auf den Riffen niedergeschlagen wird. MAYOR gibt in seiner Schrift über die Wachstumsverhältnisse der samoanischen Korallen (7) sehr bemerkenswerte Zahlen über die Menge des in einem bestimmten Gebiet so erzeugten und abgelagerten Kalkes an. Sie beruhen auf einer sehr genauen Kenntnis des Wachstums der einzelnen Korallen und der jährlichen Zunahme der Masse ihres Skeletts sowie auf einer genauen Berücksichtigung der Häufigkeitsverhältnisse der einzelnen Formen.

Für ein bestimmtes Riffgebiet Samoas ergab sich so eine jährliche Zunahme an trockener Kalksubstanz von 764300 (engl.) Pfund (= 346683 kg), die durch die häufigsten Gattungen erzeugt werden. Da diese ungefähr 95% der gesamten lebenden Korallen der untersuchten Fläche ausmachen, so schätzte MAYOR die gesamte, durch die Steinkorallen produzierte und abgelagerte Substanz auf rund 800000 (engl.) Pfund (= 363041 kg) oder 2,8 Pfund auf das Quadratyard (etwa $^4/_5$ qm), also etwa 3,5 Pfund (= 1,6 kg) auf den Quadratmeter. Unter Zugrundelegung eines spezifischen Gewichtes für den Korallenkalk von 1,8 berechnet MAYOR darnach, daß auf der ganzen Fläche jährlich eine Schicht von 8 mm Korallenkalk abgelagert wird.

Diese Kalkmasse wird durch die Tätigkeit der Korallenpolypen dem Meerwasser entzogen und in einem verhältnismäßig kleinen Gebiet und in verhältnismäßig kurzer Zeit zur Ablagerung gebracht. Es muß daher in diesem Gebiet ein ständig wachsender Druck auf das unterliegende Gestein

[1] A. G. MAYER, der Direktor der Biologischen Station auf den „Tortugas" (Florida), veränderte 1918 die Schreibweise seines Namens in MAYOR.

erzeugt werden, der nach der Lehre von der Isostasie ein Tiefersinken des Sockels bewirken muß. Gerade so wie die Auflagerung von Eis auf den nordischen Kontinenten zur Eiszeit eine Senkung hervorgerufen hat, so muß auch die Ablagerung des Korallenkalkes ein Absinken der Unterlage bewirken. Da Kalk zudem spezifisch schwerer ist als Eis, muß die Senkung sogar noch schneller eintreten als bei Eis.

Durch die Annahme eines solchen isostatischen Absinkens zum Ausgleich der aufgelagerten Kalkmassen würde nun die Forderung der DARWINschen Senkungstheorie (3), wonach die Barrierriffe und Atolle durch Senkung von mit Saumriffen versehenen Inseln zustandekommen, durch die Lebenstätigkeit der Korallen selbst erfüllt sein. Es lohnt sich daher, dieser Frage einmal weiter nachzugehen und zu untersuchen, ob eine solche Senkung tatsächlich stattfinden muß? Allerdings kann das letzte Wort in einer solchen Frage nicht von einem Biologen gesprochen werden. Das ist

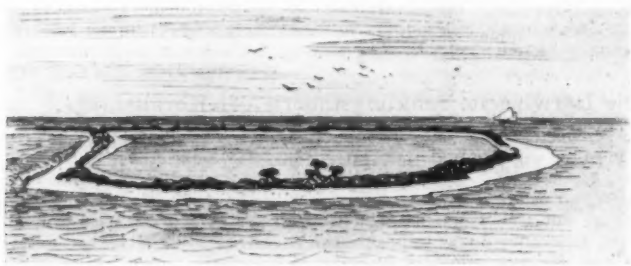


Fig. 1. Ringförmig geschlossene Koralleninsel oder Atoll (aus SOKOLOWSKY: Die Korallenriffe und ihre Fauna, nach DANA).

Sache der Geophysiker und Geologen. Es soll daher hier auch nur auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht und die Möglichkeit einer solchen Senkung nachgewiesen werden.

Dazu ist es zunächst nötig, kurz auf das Problem der Korallenriffentstehung einzugehen. Daß an der Küste einer Insel sich Korallen ansiedeln und durch die große Zahl ihrer Skelette ein Riff (sog. Saumriff) bilden, ist nicht verwunderlich. Ebenso ist es leicht verständlich, wenn diese Korallen auf einem flachen Grunde weit hinauswachsen und so den eigentlichen Riffrand weit ins Meer hinausschieben. Werden nun durch die Tätigkeit der Brandung losgerissene Korallenblöcke auf dem Rande des Riffes aufgetürmt, so entsteht hier allmählich ein kleiner, über die Hochwassergrenze hinausragender Wall, ein sog. Barrierriff. Hinter diesem folgt dann eine weite, mit Wasser bedeckte Riffläche, die bei Niedrigwasser trocken fällt und als Lagune (Barrierlagune) bezeichnet wird. Erstaunlich ist es nun, wenn dieses Riff nicht von einem flachen Strand, sondern aus großen Tiefen emporragt. Noch wunderbarer aber ist es, wenn mitten im Ozean aus den größten Tiefen herauf solche Riffe aufragen und dazu ringförmig geschlossen sind, keine Insel im Innern des Ringes aufweisen und nur wenige Meter über die Oberfläche des Meeres emporragen. Solche Atolle (Fig. 1) mußten natürlich in besonderem Maße das Interesse der Wissenschaft hervorrufen, und es mußte die Frage entstehen, wie solche ringförmig geschlossenen Inseln mit ihren meist durch ganz ruhiges Wasser ausgezeichneten Lagunen (Atollagunen) im Innern entstehen können?

Die erste Antwort auf diese Frage war die sog. FORSTERsche Kratertheorie. Sie nahm an, daß alle diese Inseln (vgl. Fig. 3 und 4) auf dem Rande eines untermeerischen Kraters aufgebaut seien. Dies schien sehr einfach, konnte aber auf die Dauer nicht befriedigen. Es müßten ja dann in den verschiedenen Korallenarchipelen eine Unzahl von Vulkanen dicht bei dicht unter dem Meere aufragen, wie es von kontinentalen Gebieten nirgends bekannt ist. Zudem erwies sich die Form der Inseln vielfach so unregelmäßig und ihre Größe so bedeutend wie es bei Vulkanen nie beobachtet worden ist. Endlich müßten alle diese Vulkane fast die gleiche Höhe haben, was noch unwahrscheinlicher ist. Da nämlich — wie man später feststellte — die Riffkorallen nur in sehr beschränkten Tiefen (bis etwa 75 m) gedeihen, könnte die Riffbildung nur dann beginnen, wenn die Vulkane mindestens bis etwa 75 m unter dem Meersspiegel aufragten. Umgekehrt könnten sie aber auch nicht viel höher aufragen, da die Lagune ja auch immer eine gewisse Tiefe hat. Die FORSTERsche Theorie erschien daher unhaltbar. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Theorie CHAMISSOS, auf die ich daher hier nicht weiter eingehen will.

Um nun den genannten Tatsachen gerecht zu werden, nahm DARWIN an, daß die Atolle durch eine Senkung von mit Saumriffen versehenen Inseln entstanden sind, indem aus dem Saumriff zuerst ein Barrierriff und dann aus dem Barrierriff durch Versinken der Insel im Innern ein Atoll gebildet wurde. Dieser Vorgang ist in Fig. 2 nach einem Schema DARWINS dargestellt.

In Bild *A* ist ein Vertikalschnitt durch eine Insel gezeichnet, die von einem Saumriff (schwarz) umgeben ist. Die ausgezogene wagerechte Linie gibt den Meeresspiegel an. Senkt sich nun die Insel, so steigt relativ zur Insel der Meeresspiegel und erreicht nach einer gewissen Zeit eine Höhe, wie sie durch die wagerechte gestrichelte Linie angegeben ist. Nun halten sich die Korallen durch ihr Wachstum dauernd an der Meeresoberfläche. Das Riff wächst daher während der Senkung mehr und mehr in die Höhe, und da die Insel

durch die Senkung immer kleiner wird, muß sich der Rand des Riffes mehr und mehr von der Küste entfernen. Es entsteht also ein Barrierriff und dieses muß nach dem offenen Meere hin einen steilen Abfall zeigen.

Geht nun die Senkung noch weiter, so muß die Insel allmählich ganz verschwinden und so ein Atoll gebildet werden, wie es in Bid *B* angegeben ist. Der schwarze Teil stellt das ursprüngliche Barrierriff und die ausgezogene wagerechte Linie den ursprünglichen Meeresspiegel dar. Die gestrichelte wagerechte Linie gibt den Meeresspiegel nach der Senkung, die andere gestrichelte Linie das höhergewachsene Riff an. Dieses beschreibt in seiner Form ungefähr die Konturen der versunkenen Insel und weist im Inneren eine Lagune auf, die aus den ursprünglichen Barrierlagunen entstanden ist. Am Rande des Riffes befindet sich ein erhöhter Wall, die eigentliche Ringinsel, die aus der alten Barriere hervorgegangen ist und daher denselben Steilabfall nach dem Meere hin aufweist.

Diese Theorie erklärt also in bester Weise alle Eigenschaften der Koralleninseln und bringt

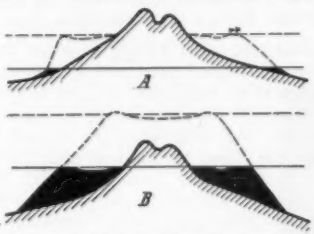


Fig. 2. Schema zur Umwandlung einer Insel mit Saumriff in ein Atoll (nach DARWIN aus WOOD JONES: CORALS and ATOLLS). Erklärung im Text.

darüber hinaus die verschiedenen Formen derselben in einen leicht verständlichen genetischen Zusammenhang. Sie setzt jedoch das Vorhandensein einer stetigen oder von Zeit zu Zeit erfolgenden Senkung der Korallengebiete voraus, die nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Nun sind Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche im Laufe der Erdgeschichte sicherlich häufig erfolgt, und DARWIN konnte sie daher auch für die Korallengebiete annehmen. Er ging daher auch weiter und konstruierte nach dem Vorkommen oder Fehlen von Atollen große Senkungs- und Hebungsgebiete der Erdoberfläche. Diese Folgerungen, die er aus seiner Theorie zog, wurden der Anlaß zu den späteren Angriffen auf seine Lehre und den verschiedenen oben kurz angedeuteten neueren Korallenrifftheorien. Allein noch heute ist die DARWINsche Theorie — wie DAVIS (4) in seiner schönen Studie „The home study of coral reefs" gezeigt hat — die einzige, die wirklich alle in Betracht kommenden Beobachtungen, die natürlich im Laufe der Jahre noch wesentlich vermehrt worden sind, zu erklären imstande ist. Es ist daher von großem Interesse, wenn an Stelle der von DARWIN angenommenen sog. säkularen Senkung großer Gebiete eine andere Art der Senkung zugrunde gelegt werden kann, wie sie im folgenden nachzuweisen versucht wird.

Nach BORN (1) muß eine isostatische Senkung eintreten, wenn die Belastung groß genug ist, um den Zerreißungswiderstand oder die Scherfestigkeit der die Erdkruste bildenden Gesteine zu überwinden. Dieser beträgt nach einer Zusammenstellung BORNS für

Granit (35 Mess.) 104,88 kg/qcm,
Porphyr (2 Mess.) 120,0 kg/qcm,
Dolomit (9 Mess.) 71,5 kg/qcm,
Kalk (51 Mess.) 61,1 kg/qcm,
Sandstein (89 Mess.) 51,3 kg/qcm.

Zur Berechnung der für eine Zerreißung notwendigen Belastung geht nun BORN von der Annahme eines kreisförmigen Sedimentationsgebietes aus, dessen Radius r ist. Dann ist die Höhe der Sedimentmasse (h_s), die auf diesem Gebiet zur Ablagerung kommen muß, ehe eine Senkung eintritt, gleich der Höhe des Zylinders, der durch das Sediment auf dieser Fläche gebildet wird. Ist d_s das spezifische Gewicht des Sediments, so ist das Gewicht dieser Sedimentmasse $\pi r^2 h_s d_s$. Um die Zerreißung der unterliegenden Schichten der Erdkruste herbeizuführen, muß nun dieses Gewicht gleich dem Zerreißungswiderstand (φ) werden.

Wie groß ist nun dieser? Die Fläche, an der die Zerreißung eintreten muß, stellt (unter Vernachlässigung der geringen Kegelform, die durch die Krümmung der Erdoberfläche erzeugt wird) den Mantel des Zylinders dar, der das Sedimentationsgebiet als Basis und die Dicke der Lithosphäre (h_l) als Höhe hat. Der Zerreißungswiderstand (φ) muß nun auf jedem Quadratzentimeter dieser Mantelfläche überwunden werden. Er beträgt also $2\pi r h_l \varphi$. Wir erhalten also

$$\pi r^2 h_s d_s = 2\pi r h_l \varphi ,$$

woraus sich h_s leicht berechnen läßt.

Dasselbe gilt nun auch für nicht kreisförmige Gebiete, wenn sich hier auch nicht eine so einfache Berechnungsart ergibt. Da der Umfang eines unregelmäßigen Sedimentationsgebietes nicht leicht angegeben werden kann, läßt sich dafür nur folgende allgemeine Formel aufstellen:

$$h_s = \frac{\text{Basisumfang} \cdot h_l \cdot \varphi}{\text{Basis} \cdot d_s} .$$

Nun ist der Umfang beim Kreise im Verhältnis zum Inhalt gegenüber anderen geometrischen Figuren am kleinsten. Bei nicht kreisförmigen Gebieten muß daher die Belastung größer sein als bei kreisförmigen von gleichem Inhalt. Die Sedimentationsgebiete der Koralleninseln werden nun wohl nie oder jedenfalls höchst selten kreisförmig sein. Die Annahme kreisförmiger Gebiete entspricht daher nicht der Wirklichkeit. Trotzdem sollen im folgenden der Einfachheit halber kreisförmige Sedimentationsgebiete zugrunde gelegt werden. Der Unterschied dürfte auch nicht so

groß sein, daß dadurch wesentlich andere Zahlen herauskommen. Bei Zugrundelegung einer quadratischen Fläche erhielt ich eine zur Hervorbringung der Senkung notwendige Sedimentmenge von 468 m gegenüber 415 m, die sich bei einer gleichgroßen kreisförmigen Fläche ergeben hatten. Die Größenordnung wird also hierdurch nicht verändert. Da es zudem hier nur darauf ankommt, die Möglichkeit einer solchen Senkung aufzuweisen und ungefähr die Zeit zu bestimmen, die die Sedimentation andauern muß, um die Senkung hervorzurufen, kann dieser Unterschied vernachlässigt werden, wie ja auch BORN stets von kreisförmigen Sedimentationsgebieten ausgegangen ist.

Unter Zugrundelegung eines spezifischen Gewichtes des Sedimentes von 2,4, des Zerreißungswiderstandes für Granit von 104 kg/qcm und einer Dicke der Lithosphäre von 120 km kommt nun BORN auf folgende Werte für die notwendige Sedimentdicke:

Durchmesser des Sedimentationsgebietes km	Höhe der Sedimentmasse m
10	20800
20	10400
40	5200
50	4160
100	2080
200	1040
500	416
1000	208
2000	104

Diese Werte können natürlich nur ungefähr die Größenordnung angeben, mit der wir hier zu rechnen haben. BORN selbst macht im Anschluß an seine Berechnungen längere Ausführungen über die allgemeine Gültigkeit der von ihm benutzten Zahlen. So führt er an, daß z. B. LOUKASCHEWITSCH[1] zu viel geringeren Zahlen gekommen sei, da er für den Zerreißungswiderstand nur 60 kg/qcm und für die Dicke der Lithosphäre nur 68 kg/qcm angenommen habe. BARRELL dagegen lege seinen Berechnungen eine viel größere Scherfestigkeit zugrunde. Weiter sei es eine vage Annahme, für die Zone der starren Erdkruste die physikalischen Eigenschaften des Granits zugrunde zu legen, wenn man auch mit dieser Annahme der Wirklichkeit am nächsten komme. Ebenso vage sei es, für die ganze Dicke der Lithosphäre den Zerreißungswiderstand als gleich vorauszusetzen; da Druck und Temperatur nach der Tiefe hin ständig zunehmen, könnten tiefere Teile der Erdkruste vielleicht Eigenschaften besitzen, die eine Zerreißung leichter ermöglichen als höhere. Andererseits hätten Untersuchungen amerikanischer Forscher ergeben, daß mit ansteigendem allseitigem Druck der Widerstand des Gesteines gegen tangential gerichteten, überhaupt einseitigen Druck stets wachse, so daß der Zerreißungswiderstand mit zunehmender Tiefe zum mindesten nicht ab, evtl. sogar zunehmen müsse. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen seien jedoch für geologische Verhältnisse nicht ohne weiteres verwertbar, da der Temperatureinfluß unberücksichtigt gelassen worden sei. Umgekehrt sei wiederum nach den Prinzipien der KANT-LAPLACEschen Theorie die Dicke der Erdkruste für frühere geologische Zeiträume geringer anzunehmen, so daß in früheren Zeiten die Zerreißung wieder eher eintreten mußte. Eine letzte Unsicherheit sei schließlich in der Annahme eines spezifischen Gewichtes des Sedimentes von 2,4 gegeben. Für die oberste Zone der noch nicht verfestigten Sedimente sei der Betrag zu hoch, während er für die diagenetisch verfestigten Sedimente zu klein sei.

[1] Zitiert nach BORN.

Für den vorliegenden Fall, wo wir es mit einer bestimmten Gesteinsart zu tun haben, müssen wir natürlich das spezifische Gewicht derselben annehmen. Aber auch hier ergibt sich die Schwierigkeit, daß das spezifische Gewicht des Korallenkalkes je nach den Arten verschieden ist. A. G. MAYOR gibt folgende Werte an:

Pocillopora damicornis 2,2,
Acropora formosa 2,0,
Massive Porites aff. P. lutea 1,7,
Branched Porites, P. andrewsi 1,77.

Er selbst legt seiner Berechnung der Sedimentmenge das spezifische Gewicht von 1,8, also einen sehr kleinen Wert zugrunde. Da nun eine Senkung um so schneller eintreten muß, je schwerer das Sediment ist und umgekehrt, so müssen wir bei der Annahme eines so kleinen spezifischen Gewichtes zu besonders großen Zahlen kommen, wodurch die hier dargelegte Anschauung in einem besonders ungünstigen Licht erscheinen wird. Ebenso ist es mit den Zahlen für den Zerreißungswiderstand und die Dicke der Lithosphäre.

Ich werde daher im folgenden immer die zur Senkung eines Gebietes notwendige Sedimentmasse und damit die Zeit, die zur Hervorbringung der Senkung nötig ist, sowohl auf Grund einer Berechnung mit den ungünstigen, als auch mit den günstigen Zahlen angeben. Das hat den Vorteil, daß man sofort die oberste und unterste Grenze sieht, in der eine solche Senkung erfolgen muß, und erkennt, daß sich die Zahlen innerhalb derselben Größenordnung halten. Mehr kann hier ja überhaupt nicht geschehen als der Nachweis geführt werden, daß im Laufe geologischer Zeiträume durch die Lebenstätigkeit der Korallen so viel Kalk erzeugt und abgelagert wird, daß eine isostatische Senkung eintreten muß. Es fragt sich also: Ist die von den Korallen jährlich erzeugte Kalkmasse groß genug, um im Laufe einer für geologische Vorgänge und im Hinblick auf das Alter der Korallen und das Alter der Erde plausibel erscheinenden Zeit eine solche Sedimentmasse zu bilden, daß eine isostatische Senkung eintreten muß?

Aus den BORNschen Zahlen geht hervor, daß die Belastung um so größer sein muß, je kleiner das Sedimentationsgebiet ist und umgekehrt. BORN fügt außerdem noch hinzu, daß die Menge Sediment über Gebieten, die vom Meere bedeckt

sind, noch größer sein müßte, da hier ja das Sediment an Stelle des Meerwassers tritt. In unserer Formel muß daher das spezifische Gewicht des Meerwassers (1,03) von dem des Sedimentes noch abgezogen werden. Um eine einzelne Koralleninsel zur Senkung zu bringen, wäre daher eine ungeheure Sedimentmasse nötig, deren Ablagerung schon wegen der geringen Wassertiefe über der Riffläche gar nicht möglich scheint.

Nun hat aber A. G. MAYOR (6) nachgewiesen, daß das von den Korallen gebildete Sediment nicht auf den Riffen selbst abgelagert, sondern durch die Strömungen fortgetragen und in der Umgebung der Riffe zur Ablagerung gebracht wird. Tatsächlich ist ja auch — wie schon durch die Challenger-Expedition (9) festgestellt worden ist — der Meeresboden in der Umgebung der Korallenarchipele in weiten Grenzen von Korallenkalk bedeckt (s. Fig. 3 und 4).

Es fragt sich also, ob diese Gebiete, in denen die Ablagerung des Korallenkalkes stattfindet, groß genug sind, um eine isostatische Senkung wahrscheinlich werden zu lassen? Ich fand nun bei DALY (2) eine Zeichnung, die in Fig. 5 wiedergegeben ist und hierüber einigen Aufschluß gibt. Auf ihr ist die Verbreitung der auf der Tizard-Bank im Chinesischen Meer lebenden Korallen und die ihrer Sedimente eingetragen. Aus dem beigefügten Maßstab ist zu erkennen, daß die Verbreitung der Korallentrümmer sich auf ein Gebiet von etwa 1600 km Durchmesser erstreckt, während die lebenden Korallen nur in einem Gebiet von etwa 400 km vorkommen. Das von diesen gebildete Sediment wird also auf einer 16mal so großen Fläche ausgebreitet, als sie die lebenden Riffe einnehmen. Es kommt also, wenn man die MAYORschen Zahlen für die jährlich auf einem Riff erzeugte Kalkmenge zugrunde legt, auf dieser Fläche nur $^1/_{16}$ dieser Menge zur Ablagerung, also jährlich 0,5 mm oder in 100000 Jahren 50 m. Ist nun diese Sedimentmasse groß genug, um eine Senkung der Koralleninseln wahrscheinlich zu machen?

Betrachten wir zunächst einmal die Tizard-Bank selbst, so haben wir ein Gebiet von 1600 km Durchmesser. Um dieses zur Senkung zu bringen, bedarf es nach der obigen Formel und den von BORN verwendeten Zahlen für h_1 und φ einer Sediment

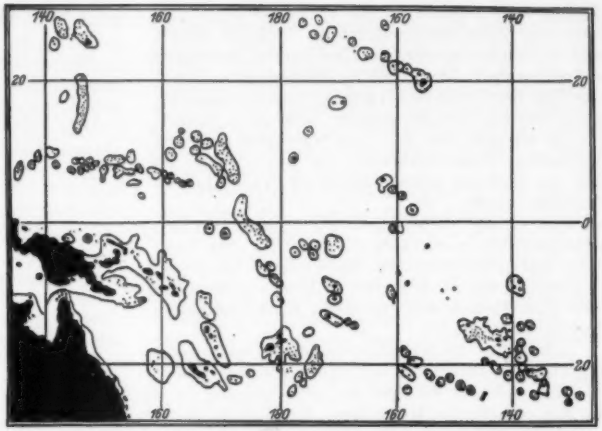


Fig. 3. Verbreitung des Korallenkalkes in der Umgebung der Korallenriffe im Pazifischen Ozean (aus MURRAY and RENARD: Deep sea Depos. of H. M. S. CHALLENGER). ■ Die einzelnen Inseln ~~~~ Grenze des Korallensandgebietes.

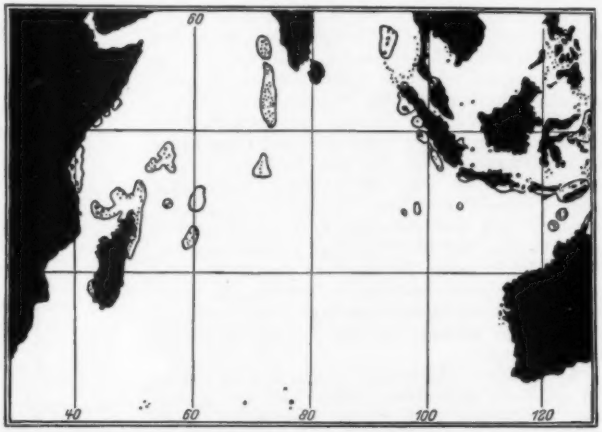


Fig. 4. Verbreitung des Korallenkalkes in der Umgebung der Korallenriffe im Indischen Ozean (aus MURRAY und RENARD, Deep sea Deposits of H. M. S. CHALLENGER). ■ Die einzelnen Inseln ~~~~ Grenze des Korallensandgebietes.

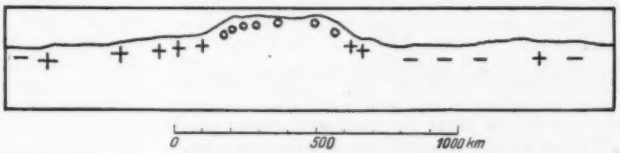


Fig. 5. Verbreitung der lebenden und toten Korallen auf der Tizard Bank (aus Daly). O lebende Korallen, + tote Korallen, — Sand.

masse von 405 m. Bei einer jährlichen Sedimentation von 0,5 mm sind zur Erzeugung dieser Sedimentmasse rund 810000 Jahre nötig. Nimmt man dagegen für die Dicke der Erdkruste und den Zerreißungswiderstand kleinere Werte und ein höheres spezifisches Gewicht des Sediments an, wie es nach den obigen Ausführungen (s. S. 684) ebenfalls berechtigt ist, so kommt man zu viel geringeren Werten. Im günstigsten Falle (h_l = 60km*, φ = 60 km/qcm und d_s = 2,2**) erhalten wir eine notwendige Sedimentmasse von nur 76,9 m, so daß die Senkung schon nach etwa 155000 Jahren eintreten müßte.

Nun ist die Tizard-Bank ein untermeerisches, wahrscheinlich versenktes Korallenriff. Sie kann daher nur in beschränktem Maße hier als beweisend zugrunde gelegt werden. Es soll daher im folgenden noch eine Berechnung für einen Korallenarchipel durchgeführt werden.

Legt man die Verhältnisse der Tizard-Bank zugrunde, so verbreitet sich das Korallensediment in einem solchen Archipel um jede einzelne Insel um das 16fache der Rifflächen. Es entsteht daher ein großes Gebiet um die und zwischen den einzelnen Inseln, das mit Korallenkalk bedeckt ist. Es ist auf den Fig. 3 und 4 sehr gut zu erkennen. Fig. 6 zeigt einen der in Fig. 4 dargestellten Archipele vergrößert. Man sieht daran, daß die Entfernungen der einzelnen Inseln voneinander meist geringer sind als ihre Durchmesser, was für unsere Frage von großer Bedeutung ist. Wäre nämlich die Entfernung der einzelnen Inseln voneinander sehr groß, so könnten sich ihre Sedimentationsgebiete nicht berühren. Jede einzelne Insel würde dann für sich allein stehen, und es wären ungeheure Sedimentmassen nötig, um eine Senkung hervorzurufen. Da sie aber alle so nahe beieinander liegen, müssen sich ihre Sedimentationsgebiete berühren und überschneiden, so daß eine einheitliche Wirkung auf die Unterlage zustandekommt. Es ist also in jedem Archipel ein verhältnismäßig großes Sedimentationsgebiet vorhanden, das schon durch eine verhältnismäßig geringe Menge Sediment zum Sinken kommt (vgl. die Zusammenstellung BORNS, S. 684).

Diese läßt sich berechnen, indem man die Fläche der einzelnen Riffgebiete addiert und den Radius der erhaltenen Grundfläche bestimmt. Sind r_1, r_2 usw. die Radien der einzelnen Riffe, die der Einfachheit halber wieder kreisförmig angenommen seien, so ist die Grundfläche

$$F_s = \pi\,(r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 \ldots) .$$

Hat man diese berechnet, so ist deren Radius

$$r_s = \sqrt{\frac{F_s}{\pi}} .$$

Setzt man r_s in die obige Formel für die Sedimentmenge (h_s) ein, so erhält man die Menge Sediment, die nötig ist, um das Gebiet zur Senkung zu bringen.

Natürlich ist diese Methode nur roh. Zunächst kann man die MAYORschen Zahlen nicht einfach

Fig. 6. Maldiven-Archipel (aus DARWIN).

* Nach neueren seismologischen Anschauungen ist diese Zahl für die Dicke der Erdkruste anzunehmen.

** Diese Zahl ist wahrscheinlich auch noch zu gering, da sie nur für die obersten noch nicht verfestigten Sedimente gilt (vgl. S. 684.).

auf andere Riffe übertragen. Es könnte ja hier das Wachstum geringer sein. Ferner ist das Innere der Lagunen nicht in gleichem Maße mit Korallen bewachsen wie die Riffläche. Außerdem könnte auch hier das Wachstum der Korallen geringer sein. Immerhin wachsen aber doch fast überall Korallen, und ferner ist das ganze übrige Tierleben, das sich ebenfalls auf dem engbegrenzten Raum des Riffes abspielt und hier eine Unzahl von Kalkskeletten zur Ablagerung bringt, nicht mit berücksichtigt. Es könnte sich daher nur um einige 1000 Jahre handeln, die mehr nötig wären, um die Senkung hervorzurufen. Da aber nicht erstrebt wird, die genaue Zeit zu bestimmen, in der die Senkung eintreten muß, sondern nur zu zeigen, daß die in einer gewissen Zeit abgelagerte Menge Sediment groß genug ist, um überhaupt eine Senkung hervorzubringen, kann es auf einige 1000 Jahre mehr oder weniger nicht ankommen. Die physikalischen Faktoren unserer Formel sind ja schon so großen Schwankungen unterworfen (s. S. 684), daß eine etwas größere oder geringere Menge Sediment nicht wesentlich ins Gewicht fällt. Selbst wenn man daher die gesamte Kalkproduktion eines Archipels genau bestimmt hätte, bliebe es noch eine Frage, ob damit wesentlich mehr erreicht werden könnte. Für die hier gewünschte Berechnung der Sedimentationszeit, bei der es nur auf die Größenanordnung ankommt, erscheint daher die beschriebene Methode durchaus anwendbar.

Ich habe nun diese Rechnung für den Maldiven-Archipel ausgeführt, wobei ich mir die Maße der einzelnen Riffe nach der DARWINschen Karte (Fig. 6) berechnet habe. Bei besonders langgestreckten Inseln habe ich mir die beiden Hälften nebeneinandergelegt gedacht, wodurch ungefähr kreisförmige Gebilde zustandekommen. Es ergab sich so eine Gesamtfläche von 21919,5 qkm. Das Sedimentationsgebiet dieser Riffe würde 16mal so groß sein; sein Radius also

$$r_r = \sqrt{\frac{16 \cdot 21919{,}5}{\pi}} = 334{,}1 \text{ km}.$$

Nehmen wir nun zunächst einmal den ungünstigsten Fall ($h_l = 120$ km, $\varphi = 104$ km/qcm und $d_s = 1{,}8$), so erhalten wir eine notwendige Sedimentmasse von 975,2 m Höhe, für deren Ablagerung also eine Zeit von 1960000 Jahren nötig wäre. Im günstigsten Falle ($h_l = 60$ km, $\varphi = 68$ kg/qcm und $d_s = 2{,}2$) ergibt sich eine Sedimentmenge von 184,2 m, so daß zur Senkung zirka 368000 Jahre nötig wären.

Erscheinen nun diese Zahlen auf den ersten Blick sehr groß, so schmelzen sie im Vergleich mit den Zahlen für die Dauer geologischer Zeiträume doch sehr zusammen. So findet sich z. B. in dem Lehrbuch der Geologie von E. KAYSER (5) eine Berechnung für die verschiedenen Erdzeitalter, wonach für das Kaenozoikum 55—65, für das Mesozoikum 135—180, für das Palaeozoikum 360 bis 540 und für das Algonkium und Archaikum 1200—1400 Jahrmillionen anzusetzen sind. Wir haben also für die Ablagerung des Korallenkalkes genügend lange Zeiträume zur Verfügung und können annehmen, daß in diesen geologischen Zeiten mehrmals so große Mengen Sediment aufgehäuft worden sind, daß eine Senkung eintreten mußte. Wir können das um so mehr, als wir fossile Korallen schon aus den ältesten fossilführenden Schichten kennen und — wie oben ausgeführt — nach der KANT-LAPLACEschen Theorie für frühere geologische Zeiten eine geringere Dicke der Erdkruste annehmen können.

Vielleicht aber dürfen wir auch für die Gegenwart oder die jüngere Vergangenheit geringere Zeiträume annehmen. Nach der MOLENGRAAFFschen Theorie der isostatischen Senkung der Korallenriffe (8), die allerdings nur für die kontinentfernen Riffe Gültigkeit beansprucht, findet die Senkung von selbst dadurch statt, daß die aus spezifisch schwererem Simamaterial bestehende Riffunterlage an sich die Tendenz zu sinken hat. Zwei sehr wichtige Argumente kann diese Theorie für sich anführen:

1. bestehen die Unterlagen der meisten Korallenriffe aus vulkanischem Gestein, also aus dem spezifisch schweren Sima.

2. weisen sie fast alle einen totalen Schwereüberschuß auf.

Wenn wir daher die MOLENGRAAFFsche Theorie annehmen, so muß entweder die Ablagerung der Korallensedimente die bestehende Senkung der Unterlage beschleunigen oder es muß durch die Ablagerung der Korallensedimente die bestehende Senkungstendenz früher zur Auswirkung kommen. Einerlei nun, ob das Absinken infolge der zu großen Schwere der Unterlage oder infolge der Belastung durch die Korallensedimente zuerst eintritt, beide wirken in demselben Sinne und müssen sich gegenseitig fördern. Wenn die zu große Schwere die primäre Ursache der Senkung ist, muß die Ablagerung des Korallensedimentes die Senkung beschleunigen, wenn es die Ablagerung des Kalkes ist, so muß eine geringere Kalkmenge und damit eine geringere Zeit als berechnet genügen, um die Senkung eintreten zu lassen.

Da nun die MOLENGRAAFFsche Theorie nur für die kontinentfernen Koralleninseln gilt, so ergibt sich hieraus vielleicht eine Erklärung dafür, daß die meisten und vollendetsten Atolle nur in kontinentfernen Gebieten vorkommen, während in Kontinentnähe mehr mit Barrieren versehene Inseln vorhanden sind. Während dort durch die bestehende Senkungstendenz die Senkung schneller eintritt, sind hier längere Zeiträume erforderlich, so daß die Inseln noch nicht so weit versunken sind. Auch die Tatsache, daß im Atlantischen Ozean, der nach verschiedenen Forschern als eine verhältnismäßig junge Bildung anzusehen ist, keine echten Atolle vorkommen, könnte hierdurch ihre Erklärung finden.

Die beiden Theorien stehen also nicht in Widerspruch miteinander, sondern ergänzen sich in gewisser Weise. Jedenfalls aber sprechen sie

beide zugunsten der DARWINschen Senkungstheorie. Während aber die MOLENGRAAFFsche Theorie nur für die kontinentfernen Riffe mit vulkanischem Sockel gilt und während die von dieser Theorie geforderte Senkung nach dem Ausgleich des Schwereüberschusses zum Stillstand kommen muß, ergibt sich bei der hier dargelegten Anschauung für alle Riffe immer von neuem die Notwendigkeit der Senkung. Es ist damit also eine einheitliche Erklärung gefunden, die zugleich eine volle Bestätigung der alten DARWINschen Senkungstheorie darstellt.

Literatur:

(Es werden hier nur die für die vorliegende Untersuchung wichtigsten Schriften angeführt.)

1. A. BORN, Isostasie und Schweremessung, ihre Bedeutung für geologische Vorgänge. Berlin: Springer 1923.
2. R. A. DALY, The glacial control-theory of coral reefs. Proc. Americ. Acad. Arts and Sci. **51**. Boston. 1916.
3. CH. DARWIN, Über den Bau und die Verbreitung der Korallenriffe. Übers. v. J. V. CARUS. Stuttgart 1842.
4. W. M. DAVIS, The home study of coral reefs. Bull. Americ. Geogr. Soc. for 1914. 1916.
5. E. KAYSER, Lehrbuch der Geologie. Stuttgart: Verlag Enke 1921.
6. A. G. MAYOR, Causes which produce stable conditions in the depths of the floors of pacific fringing reef flats. Pap. fr. the departm. Marine Biol. of Carnegie Inst. Wash. Vol. 19, p. 27 1924.
7. A. G. MAYOR, Growth rate of Samoan Corals. Ebenda p. 51 1924.
8. G. A. F. MOLENGRAAFF, Het problem der koraaleilanden en de isostasie. Verslag v. d. gew. Vergad. kgl. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. p. 215 1916.
9. J. MURRAY und A. F. RENARD, Report on Deep sea Deposits of H. M. S. CHALLENGER. Challenger Report London. 1891.

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *Zuschriften* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Über das Massenverhältnis von Proton und Elektron.

Die Tatsache, daß die Größe $z = \frac{hc}{e^2}$ (h: PLANCKsches Wirkungsquantum, c: Lichtgeschwindigkeit, e: Elementarladung) eine dimensionslose Zahl von der Größenordnung 1000 ist, hat schon häufig zu Spekulationen angeregt und erst jüngst EDDINGTON[1] zu einer geistreichen Hypothese Veranlassung gegeben, gemäß der sich die Größe des elektrischen Elementarquantums aus quantentheoretischen Größen berechnen lassen soll. Die Tatsache ferner, daß noch eine zweite dimensionslose Konstante, nämlich das Massenverhältnis von Proton und Elektron $\mu = \frac{m_P}{m_E}$ von derselben Größenordnung ist, läßt die Vermutung aufkommen, daß zwischen z und μ ein theoretischer Zusammenhang besteht[2]. Die folgende Überlegung scheint zwangsläufig zu diesem Zusammenhang zu führen.

In Übereinstimmung mit EDDINGTON nehmen wir an, daß Materie „zerstrahlen", das heißt materielle Partikel sich in Lichtquanten verwandeln können, indem sich (wegen der Erhaltung der elektrischen Ladung) je ein Elektron und ein Proton zu einem elektrisch neutralen Gebilde, dem Lichtquantum, vereinigen. Dann muß auch der umgekehrte Prozeß möglich sein, daß aus einem Lichtquantum Materie entsteht, und zwar gerade ein Proton und ein Elektron. Mit ORNSTEIN machen wir die Annahme, daß der „Radius" des als Kugel gedachten Lichtquantums gleich der Wellenlänge λ der ihm zugeordneten elektromagnetischen Welle sei. Soll gerade ein Proton und ein Elektron, die wir uns ebenfalls als Kugeln denken, in dem Lichtquantum „Platz haben", dann müssen ihre Radien r_P und r_E der Bedingung genügen

$$(1) \qquad r_P + r_E = \lambda = \frac{c}{\nu}.$$

Da die Energie des Lichtquantums gleich ist $h\nu$ und die Ruhenergie von Proton und Elektron gleich $m_P c^2$ bzw. $m_E c^2$, so muß weiter gelten

$$(2) \qquad m_P c^2 + m_E c^2 = h\nu .$$

Nehmen wir schließlich an, daß die Ruheenergien von Proton und Elektron rein elektrostatischen Ursprunges seien, und sich nach dem COULOMBschen Gesetz aus der Ladungsverteilung von e berechnen lassen, dann gilt

$$(3) \qquad m_P c^2 = \frac{e^2}{k r_P}, \quad m_E c^2 = \frac{e^2}{k r_E},$$

worin k eine Zahlenkonstante ist, die von der Art dieser Ladungsverteilung abhängt.

Eliminieren wir aus (1), (2) und (3) die Größen r_P, r_E und ν, so kommen wir zu der folgenden Gleichung für μ

$$(4) \qquad \mu^2 + \mu(2 - kz) + 1 = 0$$

die, da z groß gegen Eins ist, die folgenden beiden Wurzeln für μ liefert

$$(5) \qquad \mu_1 = kz - 2, \quad \mu_2 = \frac{1}{kz - 2}.$$

Da die beiden Wurzeln reziprok sind, ergibt sich also, daß bei dem betrachteten Entstehungsprozeß von Materie aus Strahlung positive und negative Elementarpartikel in einem ganz bestimmten Massenverhältnis (5) stehen müssen. (Was dabei nicht herauskommt — und auch nach der Art der Ableitung nicht herauskommen kann — ist die Erfahrungstatsache, daß immer die positive Ladung die größere und die negative Ladung die kleinere Masse hat.)

Nimmt man an, daß die ganze Ladung e auf der Oberfläche der Elementarpartikel sitzt, dann wird $k = 2$ und man erhält mit dem bekannten Wert von $z = 861{,}5$ aus (5)

$$\mu = 1721 .$$

[1] A. S. EDDINGTON, Proc. roy. Soc. Lond. A. **122**, 358 (1929), vgl. auch A. SOMMERFELD, diese Zeitschrift **17**, 482 (1929).

[2] J. PERLES, diese Zeitschrift **16**, 1094 (1928).

Denkt man sich die Ladung nach Art einer SCHRÖDINGERschen Ladungswolke nach Maßgabe einer kontinuierlichen Ladungsdichte

$$\varrho = \varrho_0 e^{-\frac{r}{r_0}}$$

über die Partikel „verschmiert" und definiert man als „Radius" dieses Gebildes den Radius jener Kugelschale, auf der die ganze Ladung konzentriert dasselbe Moment in bezug auf den Mittelpunkt ausüben würde wie die kontinuierliche Ladungsverteilung, so erhält man $k = 32/15$ und hiermit

$$\mu = 1836,$$

was mit dem experimentell beobachteten Wert 1846 überraschend gut übereinstimmt.

Ist die obige Überlegung richtig, so wäre damit auch der Weg angebahnt, das Massenverhältnis von positiver und negativer Elementarladung auf allgemeine quantentheoretische Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen.

Es mag noch erwähnt werden, daß man zu den obigen Resultaten auch noch auf einem anderen Wege gelangen kann, indem man die HEISENBERGsche Unschärferelation in sinngemäßer Weise in eine auf die Koordinaten und in eine auf die Impulse allein bezügliche Unschärfebeziehung zerspaltet und die sich so ergebenden elementaren Unschärfen als universelle „Dimensionen" der Elementarpartikel deutet. Es scheint, daß sich auf diese Weise auch eine einfache Begründung für den „Spin" erbringen läßt. Eine ausführliche Darlegung dieser, sowie der obigen Gedankengänge wird demnächst in der Z. Physik erscheinen.

Prag, Institut für theoretische Physik der deutschen Universität, 12. Juli 1929.
REINHOLD FÜRTH.

Über die K-Röntgenabsorptionsspektren einiger Chlorverbindungen in wässriger Lösung.

Nachdem nachgewiesen worden ist[1], daß verschiedene Chlorverbindungen im festen Zustande verschiedene Wellenlängenwerte für das K-Absorptionsspektrum des Chlors geben, war es von größtem Interesse zu untersuchen, wie sich die wässerigen Lösungen verhalten.

Die experimentellen Anordnungen machen einige Schwierigkeiten, da man die Verdampfung des Lösungsmittels im Vakuumspektrographen verhindern muß. Dies gelang mir dadurch, daß ich die wässerige Absorptionsschicht zwischen zwei äußerst dünne Gummihäutchen spannte. Nach dem Exponieren war die Schicht ebenso naß wie vorher. Die Absorption der Gummihäutchen war nicht groß. Die Exponierzeiten waren etwa 3 Stunden.

Die untersuchten Verbindungen und die vorläufig gefundenen Wellenlängenwerte der Kanten sind in der Tabelle zusammengestellt. Die Lösungen waren bei-

Substanz	Fest.	Lösung	Diff.
Natriumchlorid	4383,9	4385.2	+ 1,3
Kaliumchlorid	4385,1	4386,3	+ 1,2
Salzsäure	—	4385,4	—
Kaliumchlorat	4376,7	4376,6	− 0,1

nahe gesättigt (nur das HCl war nur etwa 5-n.). Zu bemerken ist erstens, daß es einen Unterschied zwischen fester Substanz und Lösung für die Chloride gibt, was auch nach den früheren Erfahrungen zu erwarten war[1]. Mehr erstaunlich ist aber, daß auch in Lösungen zwischen KCl und NaCl eine Differenz gefunden ist. $KClO_3$ gibt, wie zu erwarten, dieselbe Kante im festen Zustande und in Lösung. Die Untersuchungen werden fortgesetzt und auf verschiedene Verbindungen sowie auf verschieden konzentrierte Lösungen ausgedehnt und in diesem Zusammenhang näher diskutiert.

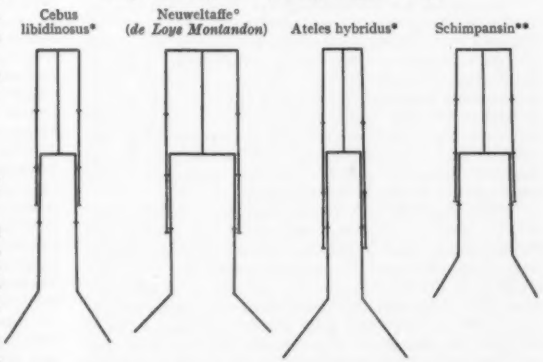
Lund, Chemisches Institut der Universität, den 13. Juli 1929. OTTO STELLING.

[1] Zusammenfassend in Z. Physik 50, 506 (1928).

Nochmals Ameranthropoides Loysi (Montandon).

REMANE[2] hat in seinem Referat die wichtigsten Punkte hervorgehoben, wonach der von MONTANDON benannte „Ameranthropoides" sich von den Anthropoiden der alten Welt entfernt. Welcher Affenart der neue Fund am nächsten steht, kann in der Tat nur durch den Vergleich mit Alt- und Neuweltaffen, also mit catarrhinen und platyrrhinen Primaten festgestellt werden. Soweit das einzige vorhandene Bild dieses Affen einen Vergleich zuläßt, scheint die nach diesem von Ref. hergestellte Proportionsfigur (vgl. Fig.) doch so viel zu sagen, daß der Affe zwischen Cebus und Ateles, also zwischen typische platyrrhine Neuweltaffen einzureihen ist, und sich in bezug auf die Form und Länge der Extremitäten von der Proportionsfigur der

Proportionsfiguren (Rumpflänge = 100).



*) Nach MOLLISON (1910) modifiziert.
°) Errechnet aus den Maßen nach der Photographie.
**) Nach OPPENHEIM (1916).

als Gegenbeispiel gewählten Schimpansin entfernt. Eine geringe Ähnlichkeit kann höchstens durch Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen (Gehfunktion?) entstanden sein. Daß es sich also *nur* um einen Neuweltaffen handeln kann, geht, neben den von REMANE erwähnten Merkmalen, deutlich aus dieser Proportionsfigur hervor.

München, den 31. Juli 1929. ST. OPPENHEIM.

Anomale Dispersion des Lithiumdampfes.

Mit einer Wasserstofflampe als Lichtquelle und einem mit platinierten Flußspatplatten versehenem

[1] Aus dem Vergleich zwischen wasserfreiem und krystallwasserhaltigem Salz.

[2] Vgl. die Naturwiss. 17, H. 31, 626.

Interferometer von JAMIN wurde die anomale Dispersion in der Nähe der ersten 25 Glieder der Hauptserie des Lithiums beobachtet und bei 14 ausgemessen. Für die Verhältnisse der f (der Stärken der Ersatzoszillatoren) der ersten Glieder der Hauptserie des Lithiums wurden folgende Werte erhalten:

$$\frac{f_2}{f_3} = 1{,}15;\ \frac{f_3}{f_4} = 1{,}52;\ \frac{f_4}{f_5} = 1{,}64;\ \frac{f_5}{f_6} = 1{,}50;\ \frac{f_6}{f_7} = 1{,}39.$$

Wenn man zu den Übergangswahrscheinlichkeiten übergeht, so ist $\frac{A_2}{A_3} = 0{,}83$, d. h. die Übergangswahrscheinlichkeit des dritten Gliedes der Hauptserie des Lithiums ist größer, als die des zweiten. Nach wellenmechanischen Rechnungen von HARGREAVES[1] ist $\frac{f_2}{f_3} = 0{,}71$.

Wenn die Rechnungen von HARGREAVES mit den Beobachtungen quantitativ nicht übereinstimmen, so geben sie doch den Intensitätsverlauf bei Lithium quantitativ richtig wieder. Eine ausführliche Mitteilung über die anomale Dispersion des Lithiumdampfes wird an anderem Orte erfolgen.

Leningrad, Optisches Staatsinstitut, Juli 1929.

A. FILIPPOV.

Über eine neue Beobachtung bei der Darstellung von Radiumemanation.

Wir haben zur Darstellung von Radiumemanation 1. durch Ausglühen von Radium-Bariumsulfat im Vakuum, 2. durch Austreiben der Emanation aus einem in geschmolzenem Natrium-Kaliumchlorid gelösten Radiumchloridpräparat im Vakuum, 3. durch Ausspülen einer Radiumchloridlösung mit Luft von Atmosphärendruck, die Versuchsanordnungen so gewählt, daß die γ-Aktivität sowohl des Präparates als auch der ausgetriebenen Emanation während der Entemanierung dauernd messend verfolgt werden konnte. Dabei machten wir folgende Beobachtung:

Friert man die in Freiheit gesetzte Emanation bei $-185°$ aus, so zeigt das Kondensat zu Beginn der Kondensation eine auffallend starke durchdringende γ-Strahlung, die dann nur langsam stärker wird. Unterbricht man die Entemanierung, so fällt im selben Moment die γ-Aktivität des Kondensates auf einen niedrigen Wert ab, um dann ganz allmählich wieder anzusteigen. Bei Messung des Präparates bemerkt man umgekehrt: Ein rasches Abfallen der γ-Aktivität innerhalb der ersten 2 Minuten bei beginnender Entemanierung und einen ebenso raschen Anstieg bei deren Unterbrechung. Welche der drei Darstellungsmethoden angewendet wird, ist dabei gleichgültig. Eine am Rückflußkühler zum Sieden erhitzte Radiumlösung, durch die ein rascher Luftstrom geblasen wird, eignet sich am besten zum Nachweis dieses Effektes, weil sich dabei die Emanation sehr rasch und vollständig abtrennen läßt, und weil die Entfernung der Emanation durch einfaches Betätigen eines Hahnes an- und abgestellt werden kann. Der Unterschied in der γ-Aktivität der Lösung bei an- und abgestelltem Luftstrom ist so beträchtlich, daß er selbst mit einer sehr wenig empfindlichen Meßanordnung (Universalelektroskop nach Wulff in 50 cm Abstand vom Präparat mit zwischengeschalteter Bleiplatte) quantitativ verfolgt werden konnte. Der etwa 1 Minute dauernde steile Abfall bei Öffnen des Hahnes und der Anstieg bei Schließen des Hahnes übertrifft die Restaktivität einer längere Zeit mit Luft ausgespülten Radiumlösung um ein Vielfaches. Wir geben in folgender Tabelle nur eine unserer zahlreichen Meßreihen wieder.

	Zeit in Min.	$(1/T - 1/T_0) \cdot 100$
Hahn geschlossen	0	0,379
Hahn geöffnet	0,5	—
„ „	0,5	0,031
„ „	9,0	0,030
Hahn geschlossen	16,0	—
„ „	16,5	0,242
„ „	21,0	0,264
„ „	25,5	0,309
„ „	29,5	0,310
„ „	34,5	0,311
Hahn geöffnet	38,5	—
„ „	40,0	0,100
„ „	46,5	0,076

T = Abfall des Elektroskops pro Skalen-Teil mit Präparat.
T_0 = Leerabfall = 569 sec.

Der Effekt liegt in der Größenordnung von 1% der Gesamtgammaaktivität des mit seinen Zerfallsprodukten im Gleichgewicht befindlichen Radium.

Der Träger dieser γ-Aktivität läßt sich sowohl im Hochvakuum als auch im Luftstrom von Atmosphärendruck auch durch sehr dicht gestopfte Wattefilter lange Strecken durch enge Glasleitungen transportieren und bei $-185°$ kondensieren. Wir haben den Luftstrom, mit dem die Ra-Lösung ausgespült wurde, durch 18 m lange Glasleitungen mit 3 m/sec abgesaugt und dabei festgestellt, daß die Wirkung auf eine in der Nähe des Glasrohres befindliche photographische Platte in den ersten 6 m sehr stark und von da an bei 9stündiger Exposition fast verschwindend war. Durch Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit ist die photographische Wirkung auf einer längeren, bei Verkleinerung nur auf einer kürzeren Strecke des Gasstromes zu beobachten. Adsorption von Emanation und aktivem Niederschlag an der Glaswand kann unserer Ansicht nach nicht zur Erklärung dieses Effektes herangezogen werden, da nach Abstellen des Luftstromes keine photographische Wirkung auf der ganzen Rohrlänge mehr festzustellen ist.

Aus diesen Versuchen und unseren zahlreichen Messungen ergibt sich eine mittlere Lebensdauer der von uns beobachteten γ-Strahlung von ca. 1 Minute.

Wir werden die Versuche mit einer genaueren Meßanordnung und auch mit einem Radiumpräparat anderer Herkunft wiederholen, da die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß unser Radiumpräparat eine ungewöhnliche Beimengung enthält. Über die Meßergebnisse im einzelnen und ebenso über unsere Deutungsversuche für diese Beobachtung werden wir in einer ausführlichen Mitteilung demnächst berichten.

Wir danken Herrn Geheimrat FRANZ FISCHER herzlich, daß er uns die Durchführung dieser Arbeit in seinem Institut ermöglichte.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft sind wir für die Überlassung von Mitteln zu großem Dank verpflichtet.

Mülheim-Ruhr, Kaiser Wilhelm-Institut für Kohlenforschung, Juli 1929.

KURT PETERS und KURT WEIL.

[1] J. HARGREAVES, Proc. Cambridge philos. Soc. **25**, 75 (1929).

Besprechungen.

WESTPHAL, WILHELM, **Physik.** Ein Lehrbuch für Studierende. Berlin: Julius Springer 1928. XIV, 536 S. und 471 Abbild. RM 18.—, geb. RM 19.60.

Die schon beträchtliche Anzahl kurzgefaßter Kompendien der Elementarphysik, der Lehrbücher für den Anfänger, hat sich um ein weiteres vermehrt: Physik, Ein Lehrbuch für Studierende an Universitäten und technischen Hochschulen von W. H. WESTPHAL. Nichts ist verstandlicher als der stets wiederholte Versuch, ein solches Lehrbuch zu schreiben: jeder Hochschullehrer weiß, daß es ein vollkommenes Lehrbuch noch nicht gibt, und mancher will versuchen, auf Grund seiner eigenen Erfahrungen und unter Berücksichtigung berechtigter Klagen seiner Schüler etwas Besseres zu schaffen. Aber es sollte auch von vornherein darüber Klarheit herrschen — bei Verfasser, Benützer und Kritiker —, daß ein solches Lehrbuch niemals völlig befriedigen kann, weil die Anforderungen, die an dasselbe von den verschiedenen Seiten gestellt werden, allzu heterogen, oft sich geradezu widersprechend sind.

WESTPHAL stellt sich die Aufgabe, die Ergebnisse der modernen Physik in den allgemeinen Anfängerunterricht, in den Kreis der gewohnten klassischen Betrachtungen einzufügen, ja möglichst auf diesen Anschauungen aufzubauen. *Daß dieser Wunsch berechtigt ist, bedarf keiner Diskussion*, daß sich aber manches in der Vorlesung leichter sagen als in einem Lehrbuch schreiben läßt, merkt man beim Studieren des WESTPHALschen Buches mehr als einmal.

Wir sind ja noch nicht so weit, daß wir die ganze Physik von Elektronen, Protonen und Photonen her behandeln können; und wir nützen sich darbietende Möglichkeiten auch dann nicht aus, wenn wir einzigartige Versuche damit machen könnten, wie z. B. bei der Behandlung der Bewegungsgesetze. Vielleicht klagt mancher aus extrem realistischer Einstellung heraus, daß die Schulvorbildung hierzu nicht ausreiche. Nun — sie wird es *nie* tun; und deshalb brauchen wir — möchte ich sagen — auch *nicht* zu *hoffen, daß* sie nie ausreichen möge. Denn man darf einen Elementarunterricht nicht auf einer Forschungsrichtung aufbauen; die Forschung der Gegenwart muß vielmehr das organische Endergebnis des Unterrichts sein und bleiben. Ich würde es für grundfalsch halten, den Versuch zu machen, eine andere Grundlage in der Physik zu geben als die klassische. Von ihr aus muß man die moderne Physik in den Vorlesungen einführen, da wo sich die Gelegenheit von *selbst* bietet, wo sie völlig neue, fruchtbare Gesichtspunkte liefert, oder wo sie in natürlichster Weise klassische Überlegungen weiterführt. Deshalb möchte ich mich prinzipiell sehr entschieden gegen einen Passus im Vorwort wenden, wo sich der Verfasser quasi entschuldigt, daß er nicht so schnell hat schreiben können, wie die Atomphysik fortschreitet. Quantenmechanik und Wellenpakete gehören nicht vor das Forum des Anfängers. Wir kennen alle WESTPHALS tiefes Bedürfnis und oft verzweifelte Bemühungen, neueste Erkenntnisse in einer der Allgemeinheit zugänglichen Form darzustellen: das ist für alle „Gebildeten" recht und gut, nie aber für den Studenten, der sich mit „verständlichen" Darstellungen nur oberflächliches Wissen aneignet, anstatt wirkliches und nur dann fruchtbar werdendes Erkennen zu erleben.

Hier muß auch vor einem pädagogischen Trugschluß gewarnt werden: daß die anschauungsfreudige erste Atom- und Quantentheorie gerade ihres Bilderreichtums wegen didaktisch zu bevorzugen sei. Solche „Bilder" in der Vorlesung halte ich für ähnlich schädlich und dem Sinne der Experimentalphysik zuwiderlaufend wie allzu viele Diapositive oder mathematische Bilder. *Experimente und nochmals Experimente sollen die Einführung in die Physik geben!* Wie leicht ist es, soviel einfache und anschauliche, in ihrer Theorie und in *ihrem Aufbau* für den Anfänger faßliche Vorlesungsversuche auszuarbeiten, daß man in einem Jahreskurs kaum die Hälfte davon bringen kann. Und ich zweifle nicht, daß eine solche Einführung mindestens ebensosehr den Lernenden zu fesseln vermag wie die Pseudoanschaulichkeit einer allzu verflachten, zu veräußerlichten Atomistik.

Nun nach diesen prinzipiellen Betrachtungen zu WESTPHALS Behandlung der Physik, zur Frage, wieweit es ihm gelungen ist, seine Ideen durchzuführen. In der Tat wird an vielen Stellen auf die molekularkinetischen Grundlagen hingewiesen. Aber ich finde, daß es auch eine ganze Reihe verpaßter Gelegenheiten gibt. Gibt es denn eine eindrucksvollere Darstellung der endlichen Molekulargröße als die Farbensprünge in den PERRINschen Ölschichten, in abgerissenen Glimmerstückchen, Versuche, die in jeder Vorlesung mehrmals gezeigt werden sollten! Aber die Farben dünner Plättchen werden behandelt, ohne diese ihre grundphysikalische *„modernste"* Anwendung zu bringen. Oder die Behandlung der Elastizität: wie leicht ist es hier, einige wenige Versuche und Erklärungen über den Krystallaufbau der Drähte, über Gleitung, Schiebung, Verfestigung zu geben, Dinge, die theoretisch und praktisch gleich bedeutungsvoll sind. Oder ein anderes Beispiel. Schon zu Beginn der Elektrostatik (§ 257) wird das Elektron eingeführt, aber es kommt als deus ex machina, mit nicht weniger als 5 Verweisungen auf spätere Kapitel, so daß der didaktisch-pädagogische Gehalt dieses Paragraphen recht zweifelhaft ist — um so mehr, als in den folgenden Betrachtungen überhaupt kaum Gebrauch davon gemacht wird. Wäre es nicht viel richtiger, das Elementarquantum experimentell — wie es ja auch historisch richtig ist — aus der Elektrolyse abzuleiten? und dann gleich die ganze Elektrostatik an den Schluß der Elektrizitätslehre zu setzen? Man kann das gut tun, auch ohne POHLS „Kribbeln", und das Ampere und das Volt an die Spitze zu stellen, sondern mit dem OERSTEDTschen Versuch und dem absoluten Maßsystem — auch entsprechend der Entwicklung. Ich denke, daß der Weg, der die letzten Generationen zu der Erkenntnis geführt hat, auch für das Gehirn unserer Schüler noch der adäquate Weg sein wird — wenn man eben wirkliche *Erkenntnis* und nicht bloß Erlernen erzielen will.

Diese Beispiele mögen genügen — sicherlich kennt der Verfasser solche Mängel auch besser als der Referent. Aber etwas stark Positives soll zur Behandlung der modernen Physik noch gesagt werden: das Kapitel XI — Quantentheorie und Theorie der Materie — halte ich in seiner Disposition für eine ausgezeichnete und in dieser Form sicher nirgends zu findende Einführung in die moderne Physik.

Es mögen nun noch einige andere Punkte angeführt werden, die bei der Lektüre des Buches auffallen. Bei den Interferenzphänomenen ist nicht genügend sorgfältig getrennt zwischen FRESNELschen (oder NEWTONschen) Interferenzen und FRAUNHOFERschen Interferenzen: erstere liegen reell in einer Ebene, letztere sind virtuell, sie liegen „im Unendlichen".

Para- und diamagnetische Körper kann man niemals im homogenen Feld unterscheiden (Fig. 245): die hier gezeichneten Einstellungen gelten nur für ein in-

homogenes Feld, dessen Gradient senkrecht zur Verbindungslinie der Pole verläuft. Denn das Drehmoment im homogenen Feld ist proportional $\varkappa^2 \sin\varphi \cos\varphi$ (φ Richtung der Stäbchenachse zu den Kraftlinien), also stellen sich dia- und paramagnetische Körper beide *in* die Richtung der Kraftlinien ein.

Tab. 26 muß aus einem arg alten LANDOLT-BÖRNSTEIN genommen sein — oder besser müßte — denn so absolut falsche Zahlen wie z. B. $\varkappa_{CO_2} = +0{,}0002 \times 10^{-6}$ stehen wirklich noch in der Neuauflage von 1923! Auch Stickstoff ist diamagnetisch und die Suszeptibilität von Platin ist auch falsch (auch im LANDOLT-BÖRNSTEIN 1923). Ferner hat flüssiger Sauerstoff keineswegs eine „sehr hohe Suszeptibilität, die der des Eisens nahekommt" — man darf eben nicht $\varkappa$ und χ verwechseln.

Die Beugung am Gitter (Fig. 403) ist mißverständlich dargestellt. Beugungsgitter auf Glas mit 20000 Strichen pro Zentimeter gibt es auch nicht!

Bei der Wage ist die Bedeutung der Lage der drei Schneiden in einer Geraden nicht genügend betont (Abhängigkeit bzw. Unabhängigkeit der Empfindlichkeit von der Belastung), auch vermißt man die Behandlung der Schwingungsdauer und des so fundamentalen „BUNGEschen Prinzips".

Schließlich noch einen generellen Wunsch: Fast nirgends finden sich die Jahreszahlen einer Entdeckung, häufig nicht einmal die klassischen Entdeckernamen: das sollte der Anfänger aber schon aus allgemeinen Bildungsgründen lernen.

Ich will nicht weiter kritisieren, ich fürchte, den Eindruck zu erwecken, es wäre nur zu tadeln. Das ist aber keineswegs der Fall; vielmehr sind viele Teile ausgezeichnet durchgearbeitet, sorgfältig illustriert und didaktisch so geeignet abgefaßt, daß ein entschieden nutzbringendes Lehrbuch vorliegt. Aber man würde Verfasser und Benützer keinen Gefallen tun, wollte man menschliche Irrungen verschweigen. Und schließlich: loben kann man, auch ohne das Buch gelesen zu haben, wenn man aber die ebensosehr ehrenvolle wie undankbare Aufgabe der Kritik schon übernimmt, so muß man auch sagen, was man auszusetzen hat. Daß Kritisieren leichter ist als Bessermachen, weiß ich; daher habe ich mich bemüht, wo ich konnte, Vorschläge hinzuzufügen. Denn ich habe die Überzeugung, daß WESTPHALS „Physik" der ganzen Anlage nach es wert ist, weiter vervollkommnet zu werden, zum Nutzen unserer heranwachsenden Generation.

Es ist üblich — aber bei Julius Springer, Berlin, nicht notwendig — auf die vortreffliche Ausstattung des Lehrbuches durch den Verlag hinzuweisen.

WALTHER GERLACH, Tübingen.

Handbuch der Experimentalphysik, herausgegeben von W. WIEN und F. HARMS. Band 13. 2. Teil: Physik der Glühelektroden, von W. SCHOTTKY und H. ROTHE; Herstellung der Glühelektroden, von H. SIMON; Technische Elektronenröhren und ihre Verwendung, von H. ROTHE. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1928. X, 492 S. und 179 Abb. 17×24 cm. Preis geh. RM 44.—, geb. RM 46.—.

Der vorliegende den Glühelektroden gewidmete Band des Handbuches der Experimentalphysik stellt eine ausgezeichnete lehrbuchmäßige Darstellung des Gebietes der Glühelektroden und ihrer Anwendungen dar.

Der vom physikalischen Standpunkt aus besonders interessierende erste Teil aus der berufenen Feder von W. SCHOTTKY (unter Mitwirkung von H. Rothe) darf wohl als die beste und gründlichste Behandlung der Theorie der Elektronen bzw. Ionenemission angesehen werden. Es ist wohl hier zum ersten Male der Versuch gemacht worden, das ganze weitverzweigte und verwickelte Gebiet von einem einheitlichen physikalischen Standpunkt aus kritisch darzustellen.

Allerdings konnte, da die Herstellung eines derartigen Werkes naturgemäß einen längeren Zeitraum beansprucht, die neueste Entwicklung auf Grund der PAULI-SOMMERFELDschen Theorie der Metallelektronen nur mehr in einigen Anmerkungen berücksichtigt werden. Es sei jedoch ausdrücklich hervorgehoben, daß deshalb die Behandlung keineswegs als veraltet anzusehen ist. SCHOTTKY wendet nämlich durchweg und konsequent eine thermodynamische Behandlungsweise an, die weitgehend unabhängig von speziellen Modellvorstellungen ist. Ich möchte daher diese Gelegenheit benutzen, das Verhältnis dieser Betrachtungsweise zu der statistisch kinetischen noch einmal klarzustellen. Wie für alle Massenerscheinungen, so gibt auch für die Emissionsvorgänge die richtig durchgeführte thermodynamische Behandlung ein allgemeines Schema, dem jede spezielle statistische Theorie genügen muß, auch wenn sie auf quantentheoretischen Vorstellungen aufgebaut ist, wie z. B. eben die Elektronenstatistik nach FERMI-DIRAC. Die modellmäßige Theorie deutet dann darüber hinausgehend die einzelnen auftretenden Größen bzw. erlaubt es, deren Werte theoretisch abzuleiten.

Für die Glühemission ist nun maßgebend in erster Linie die Entropie bzw. das kinetische Potential des die Kathode umgebenden Elektronengases, das weitgehend vom Entartungsbereich entfernt ist und das daher den gewöhnlichen Beziehungen für ideale Gase, unter Einschluß des schon lange bekannten Ausdruckes für die chemische Konstante, gehorcht. Daß zu einer wirklich naturgemäßen Ableitung der letzteren die neue Statistik erforderlich ist, tut dabei nichts weiter zur Sache. In der modellmäßigen Theorie [über diese siehe z. B. den Bericht der Referenten in der Physik. Z. **30**, 177 (1929)] berechnet man die Zahl und Verteilung der von innen auftreffenden Elektronen aus den Vorstellungen über den Zustand des Elektronengases im Innern, das weitgehend entartet ist. Diese Zahl muß natürlich übereinstimmen (unter Berücksichtigung der Geschwindigkeitsänderung durch den Potentialsprung in der Oberfläche) mit denen, die von außen aus der mit Metall im Gleichgewicht stehenden Elektronendampfatmosphäre auf die Oberfläche auftreffen, die man bei der thermodynamischen Behandlung bestimmt; denn das ist ja gerade der Inhalt der Gleichgewichtsbedingung.

Allerdings führt, wie schon gesagt, die neue Theorie zu weitergehenden Resultaten, insbesondere hinsichtlich der Durchtrittsmöglichkeiten der Elektronen durch die Oberfläche, und damit vor allem für die kalte Emission und den Einfluß von Oberflächenschichten, und ferner auch in bezug auf die absoluten Größen der Austrittsarbeiten. Diese Ergebnisse ließen sich aber ohne Schwierigkeiten auch als Fortführungen an die betreffenden Stellen des Buches anschließen.

Was nun die Einzelheiten des Buches betrifft, so geben die ersten Kapitel zunächst eine ausführliche kritische Diskussion über die Anwendbarkeit der Thermodynamik auf Systeme mit elektrischen Ladungen, die in dem notwendigen Umfang gerechtfertigt wird. Die Emissionsformel für Elektronen folgt dann leicht unter Hinzunahme der Gesetze für ideale Gase. Weiterhin ergeben sich auch Beziehungen zwischen den Austrittsarbeiten von Elektronen, Ionen und neutralen Atomen, und ebenfalls können etwa stattfindende chemische Reaktionen berücksichtigt werden. Man erhält so auch eine Theorie der Temperaturionisation

in heißen Substanzen, und als Spezialfall z. B. die Sahasche Theorie der Sternspektren.

Die nächsten Kapitel behandeln dann die thermionischen Wärmeeffekte, die Beziehungen zur Voltaspannung und Thermoelektrizität und die Beeinflussung der Emission durch Fremdatome an der Oberfläche, wo insbesondere die so wichtigen Langmuirschen Ergebnisse über die atomaren Schichten von Thorium und Caesium auf Wolfram dargestellt werden. Hier wie in den übrigen Teilen des Buches werden auch durchweg die neuesten experimentellen Ergebnisse und Methoden referiert. Es folgt ein Kapitel über das Verhalten komplexer Substanzen (Salze, Oxyde), während der Schluß des ersten Teiles dem Verhalten der Elektronen im Vakuum gewidmet ist, d. h. den Raumladungserscheinungen, dem Einfluß äußerer elektrischer Felder, die kalte Endladung usw. Hinsichtlich des ganzen ersten Teiles sei noch hinzugefügt, daß er auch mannigfache neue Überlegungen in Einzelheiten enthält.

Der zweite Teil des Buches: Herstellung von Glühelektroden, von H. Simon, gibt dann technisch praktische Anweisungen für den Experimentator zum Arbeiten mit Glühelektroden. Die einzelnen Kapitel sind: Die verschiedenen Arten der Glühkathoden und ihre Herstellung, Elektrodenmaterialien und Elektrodenanordnung und Evakuiermethoden und Temperaturbestimmung.

Der letzte Teil: Technische Elektronenröhren und ihre Verwendung, von H. Rothe, enthält endlich eine gut lesbare Übersicht über die Theorie, Schaltungen und technische Anwendungen der Elektronenröhren, die allerdings, wohl mit Rücksicht auf die vorhandenen ausführlichen Darstellungen dieses Gebietes, sehr auf das Prinzipielle beschränkt ist. Die einzelnen Kapitel behandeln: Glühemission und technische Elektronenröhren, Die Elektronenröhren als Verstärker, Die Elektronenröhren als Schwingungserzeuger und Die Elektronenröhren als Gleichrichter.

Das gesamte Werk gibt so einen sehr vielseitigen Einblick in die Wechselwirkung von Theorie, Experiment und Technik auf einem Gebiet sehr lebendiger physikalischer Forschung, für das es sicher sehr anregend und klärend wirken wird.

Lothar Nordheim, Göttingen.

Handbuch der Experimentalphysik, herausgegeben von W. Wien und F. Harms. Bd. 19. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1928. VIII, 430 S. und 78 Abb. 17×24 cm. Preis geh. RM 39.—, geb. RM 41.—.

Der 430 Seiten starke Band besteht aus einem Artikel von G. Jaffé über Dispersion und Absorption, der mehr als $^3/_4$ des Buches füllt, und 2 kleineren Beiträgen von R. Gans über Medien mit veränderlichem Brechungsexponenten und über Lichtbrechung.

Die Dispersion umfaßt 6 Kapitel, in denen nach einer knappen Darstellung der Theorien dieses wichtigen Zweiges der Optik die Ergebnisse der Dispersionsmessungen an Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern beschrieben sind. Ein besonderer Abschnitt ist der Quantentheorie der Dispersion und ihrer experimentellen Prüfung gewidmet. In derselben Weise ist der Stoff in den 3 Kapiteln über Absorption angeordnet. Die „Absorption in den Linien" ist allerdings nur kurz besprochen, da sie im Bd. 21 dieses Handbuches ausführlich dargestellt ist. Dem Charakter des Werkes als Handbuch der Experimentalphysik ist der Verfasser in ausgezeichneter Weise gerecht geworden. Er hat nämlich die Theorie nur so weit entwickelt, wie sie zum Verständnis der Phänomene nötig ist und hat sich im übrigen auf die notwendigsten Ableitungen der experimentell geprüften Formeln beschränkt. Die experimentellen Methoden und ihre Ergebnisse dagegen sind mit einer Vollständigkeit dargestellt, daß kaum eine wichtige Untersuchung fehlt. Hervorzuheben sind noch die vielen übersichtlichen Figuren und vollständigen Tabellen.

Die beiden folgenden Artikel von R. Gans behandeln die Erscheinungen der Strahlenbrechung in inhomogenen Medien, die Lichtzerstreuung in kolloidalen Lösungen und an Molekülen, die Depolarisation des Streulichtes und die auf Streuung beruhenden kosmischen Erscheinungen. Der Verfasser, der ja selbst grundlegende Arbeiten auf diesen Gebieten gemacht hat, gibt eine äußerst gelungene Darstellung der Erscheinungen, in der Theorie und Experiment in gleicher Weise bedacht werden.

So stellt dieser 19. Band des Handbuches der Experimentalphysik ein in sich geschlossenes Ganzes dar, das für jeden, der sich über die behandelten Gebiete unterrichten oder zu ihrer Weiterführung beitragen will, durch seine klare Darstellung und kritische Würdigung des Stoffes und durch die reichhaltigen Literaturangaben von größtem Werte sein dürfte.

H. Kopfermann, Berlin.

THOMSON, J. J., und G. P. THOMSON, **Conduction of Electricity through Gases.** I. Band. Cambridge: University Press 1928. 491 S. und 121 Abb. 14×22 cm. Preis 25 sh.

Zwischen der zweiten und dritten Auflage von Thomsons Buch liegen 22 Jahre, ein Zeitraum, der das Gesicht der Physik in vielen Zügen von Grund aus umgestaltet hat. Da drängt sich denn die Frage auf, ob nicht die neue Auflage ein ganz neues Werk werden mußte. Trotzdem das nun nicht geschehen ist, muß man sagen, daß vermöge seiner kräftigen Eigenart das Werk in der neuen Form auch heute seine Daseinsberechtigung hat. Ja, es scheint uns gerade heute eine besondere Aufgabe zu erfüllen. Wenn nämlich die Gefahr bestehen sollte, daß die rasche Entwicklung der letzten 2 Jahrzehnte die älteren Arbeiten einer unverdienten Unterschätzung anheimfallen läßt (man hat den Fall bei der Physik der Röntgenstrahlen erlebt), so werden Bücher von der Art des Thomsonschen dem entgegenwirken. Äußerlich hat sich das Werk insofern verändert, als das starke Anwachsen des Stoffes selbst im Rahmen der alten Disposition zu einer Aufteilung auf zwei Bände zwang; von diesen liegt jetzt der erste vor, welcher die allgemeinen Eigenschaften der Ionen und die Ionisation durch Wärme und Licht behandelt. Außer J. J. Thomson zeichnet sein Sohn G. P. als Mitverfasser. In 11 Kapiteln von sehr ungleicher Ausdehnung werden behandelt: Natürliche Leitfähigkeit der Gase; Eigenschaften ionisierter Gase; Ionenbeweglichkeit (dieses Kapitel nimmt fast $^1/_4$ des ganzen Bandes ein); Theorie der Elektrizitätsleitung durch ionisierte Gase; Einfluß eines Magnetfeldes auf Ionenbewegung; spezifische und absolute Ladung der Ionen; Ionen als Kondensationskerne; negative und positive Glühemission; Flammenionisation; Photoeffekt. Viele Teile der alten Auflagen sind einfach übernommen worden; Ergänzungen an passenden Stellen eingefügt worden. Eine wirkliche Erweiterung des Stoffes ist anscheinend nicht beabsichtigt gewesen.

Vielleicht hätte man sich gewünscht, daß einige alte Abschnitte noch stärker gekürzt worden wären, z. B. derjenige, welcher die ersten, nach heutigen Begriffen nur qualitativen e/m-Bestimmungen für das Elektron behandelt. Dafür hätten neuere Gegenstände wohl schon in diesem Bande etwas ausführlicher behandelt werden können, wie etwa die Sahasche Theorie, die Thermodynamik des Elektronengases, die gar nicht berücksichtigten Unter-

suchungen von G. HERTZ über Elektronendiffusion, die Stoßionisation und ihre Nutzbarmachung in den elektrischen Zählmethoden. Hinweise auf aktuelle theoretische Gesichtspunkte finden sich nur an wenigen Stellen. Auch wäre es vielleicht angebracht gewesen, den alten Rahmen an einigen Stellen etwas zu überschreiten, vor allem sich nicht ganz so streng auf *Gas*ionen zu beschränken (beim Photoeffekt möchte man gern auch die lichtelektrische Leitfähigkeit von Krystallen erwähnt finden); es liegt ja im Wesen der Entwicklung, daß Erscheinungsgebiete, welche früher ein unabhängiges Dasein zu führen schienen, allmählich zu einem nur gewaltsam trennbaren Komplex zusammenfließen.

Was demgegenüber den hohen Wert des Buches ausmacht, ist die durchaus physikalische Behandlungsweise des Gegenstandes. Ein großes Beobachtungsmaterial wird ausgebreitet, übersichtlich geordnet, prägnant formuliert und mit gesunder Kritik versehen. Es gibt kein Ausweichen vor Beobachtungstatsachen, welche in der Theorie noch keinen Platz gefunden haben, und so wird offenbar, wieviel auch ältere experimentelle Arbeit noch der Ausmünzung harrt. Besonders wertvoll dürften in dieser Beziehung die Kapitel über Glühemission und Flammenionisation sein. Die theoretischen Entwicklungen bleiben in unmittelbarer Fühlung mit dem Experiment, sie beruhen auf klaren physikalischen Problemstellungen und zeigen jenes geradlinige Zustreben auf ein durchsichtiges und rund formuliertes Ergebnis, welches immer die englische Physik in besonderem Maße kennzeichnete. Mögen diese Entwicklungen nach heutigen Ansprüchen auch vielfach der weiteren Durchbildung bedürfen, mögen selbst ihre Grundlagen einmal problematisch erscheinen, so sind sie doch von so grundlegender Einfachheit und Anschaulichkeit, daß es sich immer lohnt, ihnen zu folgen.

Der deutsche Leser wird einen Wunsch nicht unterdrücken können: daß nämlich im zweiten Bande auf die Zitate diejenige Sorgfalt verwandt werden möge, an welche man bei uns gewöhnt ist. Das Zurückgreifen auf die Originalabhandlungen ist an Hand des vorliegenden ersten Bandes nicht immer leicht.

Am besten kennzeichnet man die neue Auflage nach dem bisher davon vorliegenden wohl dahin, daß das Buch in jedem Sinne ein „klassisches" geblieben ist. Man darf es nicht als erschöpfende Darstellung des heutigen Standes der Ionenlehre werten (etwa im Sinne unserer Handbuchartikel). Dennoch darf es wohl niemand übergehen, der sich mit diesem Gebiet ernstlich beschäftigen will. Besonderen Reiz dürfte es für denjenigen haben, der Sinn hat für die Äußerungen wissenschaftlicher Persönlichkeit.

W. BOTHE, Berlin-Charlottenburg.

EDDINGTON, A. S., **The Nature of the Physical World.** Gifford Lectures 1927. Cambridge: University Press 1928. XIX, 361 S. und 8 Abbild. 14×22 cm. Preis 12/6 sh.

Aus dem Vorwort: „Die ersten 11 Kapitel befassen sich größtenteils mit den neuen physikalischen Theorien, mit den Gründen, welche zu deren Annahme geführt haben, und mit den Begriffsbildungen, die ihnen zugrunde zu liegen scheinen." „In den letzten vier Kapiteln betrachte ich die Stellung, welche dieses wissenschaftliche Weltbild einnehmen sollte im Verhältnis zu den umfassenderen Gesichtspunkten menschlicher Erfahrung, einschließlich der Religion." „Meinem Zweck konnte nicht gedient werden mit einer leichten Einführung in die Anfangsgründe der Relativitäts- und Quantentheorie; es war wesentlich, bis zu den späteren und verborgeneren Entwicklungsstufen vorzudringen, wo die Begriffe von größter philosophischer Tragweite anzutreffen sind." „Der Konversationston des Hörsaals gilt im allgemeinen als wenig geeignet für ein langes Buch, aber ich habe mich entschlossen, ihn nicht zu verändern. Ein naturwissenschaftlicher Autor, der in den mathematischen Formeln seines natürlichen und klarsten Ausdrucksmittels sich begibt, darf vielleicht auch seinerseits eine Vergünstigung vom Leser beanspruchen. Viele Teile des Gegenstandes sind ihrem inneren Wesen nach so schwierig, daß ich meine einzige Hoffnung, verstanden zu werden, darein setze, die Dinge so zu erklären, als stünde ich einem Fragenden Aug' in Auge gegenüber."

Es gibt zwei Arten von Popularisatoren. Die einen steigen aus ihrer fachwissenschaftlichen Höhe zum Leser herab, die anderen erheben sich mit ihm in eine allgemeinere Sphäre, die über der fachwissenschaftlichen liegt. Die einen schielen (oft unter der Maske wohlwollenden Mitleids mit dem minder Gelehrten) unentwegt nach den Krücken der Termini technici und mathematischen Formeln, ohne die ihnen das Schreiten sehr sauer wird. Den anderen merkt man die stolze Freude an, jener Krücken auch einmal entraten und frei von dem erzählen zu können, was sie sich bei ihren langen Rechnungen und beim Durchstudieren gelehrter Bücher außerdem noch gedacht haben. Daß unser Autor zur zweiten Gruppe gehört, ist lange bekannt. Aber mit dem vorliegenden Buch hat er sich selbst übertroffen. Eine leichte Lektüre ist es nicht, obwohl es (außer an einigen Stellen scherzweise) keine einzige mathematische Formel enthält. Allgemein naturwissenschaftliche Bildung, vor allem Verständnis für naturwissenschaftliche Zielsteckung sind wohl nötig, um an dem Buch Freude zu haben, und außerdem ein gewisser Aufwand an Mühe und Konzentration. Wer sie daran wendet, sei es auch nur an einzelne Kapitel, der wird auf seine Rechnung kommen. Denn es wird nicht versucht, ihm durch ein knarrendes Wortgerüst die — in Wahrheit unersetzliche — Mathematik zu ersetzen, sondern er sieht die Gestalten und Erscheinungen der modernen Naturerklärung befreit von den Fesseln strenger Deduktion einherschreiten — vues à travers un tempérament, es ist wahr — aber *diese* Brille ist nötig, wenn die neutralere Brille der Mathematik fehlt.

Originelle, geistvolle und witzige Einfälle durchsetzen die Darstellung. Selten findet, wer mit dem Gegenstand vertraut ist, an einer Stelle genau das gesagt, was er schon aus zehn anderen populären Wiedergaben kennt. Oft läßt uns gerade die Wendung, die E. der Sache gibt, inne werden, was an der üblichen Auffassung geistesarm war. Wie der SHAKESPEARESche Narr, so übergibt uns dieser lächelnde Weise oft eine tiefe Wahrheit eingewickelt in einen schlechten Witz.

Auf Einzelheiten einzugehen verbietet sich. Gegen den philosophischen Gesamtaspekt sind Einwände möglich, wie gegen jede tiefgründige originelle Auseinandersetzung mit dem Weltbild, aber ein paar Schlagworte im Rahmen eines Referats genügen dafür nicht. Es seien noch die Kapitelüberschriften angeführt: 1. Der Untergang der klassischen Physik. 2. Relativität. 3. Zeit. 4. Das Totlaufen des Universums. 5. „Werden". 6. Gravitation: das Gesetz. 7. Gravitation: die Erklärung. 8. Der Standort des Menschen im Universum. 9. Die Quantentheorie. 10. Die neue Quantentheorie. 11. Welt-Aufbau. 12. Indexablesungen. 13. Wirklichkeit. 14. Verursachung (causation). 15. Naturwissenschaft und Mystik. Schlußwort.

E. SCHRÖDINGER, Berlin.

FOWLER, R. H., **Statistical Mechanics.** The Theory of the Properties of Matter in Equilibrium. Cambridge: University Press. 570 S. und 59 Tabellen. 18×27 cm. Preis 35 sh.

Ein Buch über die statistische Mechanik der Quantentheorie, geschrieben von einem Verfasser, der selbst so lebhaft an der Entwicklung dieses Gebietes mitgearbeitet hat, wie R. H. FOWLER, wird von vornherein auf starke Anteilnahme der Physiker rechnen dürfen. Der überaus vielseitige und reichhaltige Inhalt des Buches enttäuscht nicht die Erwartungen, mit denen man es zur Hand nimmt.

Das Buch stellt eine Erweiterung einer in den Jahren 1923/24 verfaßten Preisschrift dar, die sich mit dem physikalischen Zustand der Materie bei hohen Temperaturen beschäftigen sollte: die Natur dieses Themas bedingte die Notwendigkeit, den ganzen Apparat der statistischen Mechanik zur Verfügung zu haben; die damalige Preisschrift enthielt deshalb, über die Grenzen ihres eigentlichen Gegenstandes hinausgehend, eine systematische Darlegung der statistischen Mechanik. Diese ist nunmehr ausführlicher gestaltet und durch die Behandlung weiterer Anwendungen ergänzt worden. Für mancherlei Einzelheiten und spezielle Kapitel der Anwendungen stand dem Verfasser, wie er hervorhebt, die Mitarbeit speziell unterrichteter Fachgenossen zur Verfügung. Insbesondere hat z. B. J. E. LENNARD-JONES ein Kapitel über „Interatomic Forces" beigesteuert, während J. A. GAUNT an der Darstellung der DEBYE-HÜCKELschen Theorie mitwirkte, W. H. Mc CREA durch Bearbeitung des Materials über spezifische Wärmen der Gase und D. R. HARTREE durch ausgedehnte numerische Rechnungen bezüglich des Zustandes im Innern von Sternen mitarbeitete.

In der Entwicklung der allgemeinen Theorie werden die von DARWIN und FOWLER entwickelten Methoden zugrundegelegt, die durch ihre vielseitige Anwendbarkeit ebensosehr wie durch ihre mathematische Eleganz ausgezeichnet sind. Es wäre wohl nicht zu wünschen, daß zugunsten dieser Methoden die älteren, primitiveren Abzählungsmethoden der Quantenstatistik ganz in Vergessenheit gerieten; wenn auch diese älteren Methoden gewiß der DARWIN-FOWLERschen unterlegen sind an Vielseitigkeit ihrer Leistungsfähigkeit — oder wenigstens an Einheitlichkeit in der Behandlung der mannigfaltigen verschiedenen Fragen der Statistik — so bieten sie doch, solange man sich auf die einfachsten, aber auch wichtigsten Fragen beschränkt, einen wesentlichen Vorteil in bezug auf Einfachheit. Aber man wird es sicherlich mit Freude begrüßen, daß hier einmal die DARWIN-FOWLERschen Theorie ganz rein und folgerichtig von Anfang an bis in alle ihre Anwendungen durchgeführt ist — und zwar von einem ihrer Urheber selbst.

Hand in Hand mit der allgemeinen Theorie geht aber überall die Anwendung auf die konkreten Beispiele in Physik und Astronomie. Die außerordentliche Sorgfalt, mit der diese Anwendungen behandelt sind und die Fülle des Materials, das in ihnen zusammengetragen und analysiert ist, verleihen dem Buch einen besonderen Wert.

Inhaltsübersicht: Die ersten vier Kapitel bringen nach einer Einleitung die Grundlagen der Theorie des statistischen Gleichgewichts. Als Anwendungen werden behandelt die idealen Gase, auch ihre spezifischen Wärmen, die Krystalle und die Hohlraumstrahlung. Bei der (sehr ausführlichen) Besprechung der spezifischen Wärme des H_2 konnte erfreulicher Weise schon die von DENNISON gegebene Aufklärung des Problems vorgeführt werden. Der Einfluß der Schwingungsfreiheitsgrade der Gasmoleküle auf die spezifische Wärme bei hohen Temperaturen im Falle von mehr als zweiatomigen Gasen wird erläutert durch genauere Besprechung der Verhältnisse bei CO_2, H_2O, CH_4, NH_3. Auch bei der Erörterung der spezifischen Wärme der Krystalle wird wiederum ausführlich auf die empirischen Verhältnisse eingegangen. Ferner sind auch die Grundlagen der Theorie der thermischen Ausdehnung der Krystalle (in engem Anschluß an BORN) besprochen. Kapitel V verallgemeinert die Theorie auf Fälle mit beliebigen Arten von Dissoziation und Verdampfung. Im VI. Kapitel endlich wird das Verhältnis der Theorie des statistischen Gleichgewichts zur Thermodynamik erörtert. Hier tritt die grundsätzliche Bedeutung der Methode von DARWIN und FOWLER besonders deutlich hervor. Die Theorie des statistischen Gleichgewichts kann nach dieser Methode mathematisch behandelt werden, ohne daß Temperatur und Entropie definiert werden. Dann aber läßt sich *beweisen*, daß gewisse Zustandsfunktionen der Körper im statistischen Gleichgewicht genau die Gesetze befolgen, die in der Thermodynamik der Temperatur und Entropie zugeschrieben werden; sie dürfen danach also mit diesen Größen identifiziert werden. Dagegen erblickt der Verfasser in den gewöhnlichen, auf die BOLTZMANNsche Formel $S = k \log W$ gegründeten Ableitungen logische Schwierigkeiten, deren völlige Klärung kaum zu erreichen scheint. (Eine Stellungnahme zu dieser Problematik muß hier leider unterbleiben, da sie den Rahmen dieser Besprechung sprengen würde).

Die nächsten Kapitel wenden sich wieder den Anwendungen zu. Der NERNSTsche Wärmesatz und die chemischen Konstanten werden in Kapitel VII in theoretischer und empirischer Beziehung besprochen. Das VIII. bis X. Kapitel behandeln sodann sehr eingehend die nichtidealen Gase, die VAN DER WAALSschen Kräfte, die Virialkoeffizienten, die innere Reibung der Gase usf., sowie endlich die mit Hilfe der BORNschen Krystalltheorie aus den empirischen Eigenschaften der Krystalle abzuleitenden Schlüsse bezüglich der Kraftwechselwirkungen zwischen den Atomen. Kapitel XI bringt die Anwendungen der statistischen Theorie auf die mit der Thermionenemission zusammenhängenden Effekte. Darauf folgt ein Kapitel über die dielektrischen und die dia- und paramagnetischen Eigenschaften der Gase, welches die verschiedenartigen in letzter Zeit gemachten Fortschritte auf diesem Gebiet sehr eindrucksvoll zusammenfaßt. Kapitel XIII, welches die Anwendung der Theorie auf Flüssigkeiten und Lösungen bringt, behandelt insbesondere mit der DEBYE-HÜCKELschen Theorie ein sehr modernes Thema. Erwähnt sei ferner, daß hier auch auf die BROWNsche Bewegung eingegangen wird.

Kapitel XIV gibt unter der Überschrift „Gesamtheiten aus Atomen, Atomionen und Elektronen" eine sehr eingehende Theorie des statistischen Gleichgewichtes hochionisierter Gase bei sehr hoher Temperatur, unter Mitberücksichtigung der durch die Ausdehnung der Ionen und ihre elektrostatischen Kraftfelder bedingten Wirkungen. Besonderer Wert ist gelegt auf die Entwicklung praktisch brauchbarer Näherungsformeln. Diese werden insbesondere gebraucht in Kapitel XVI, wo der physikalische Zustand im Innern der Sterne untersucht wird. Die Ergebnisse bestätigen im allgemeinen die Werte, welche EDDINGTON den maßgebenden physikalischen Konstanten der Sternmaterie zugeschrieben hat, vor allem für große Sterne, zeigen aber zugleich die Möglichkeit gewisser Verbesserungen der EDDINGTONschen Rechnungen an. Kapitel XV erörtert diejenigen Eigenschaften der Atmosphären der

Sterne, welche auf Grund der statistischen Gleichgewichtstheorie allein behandelt werden können; ausgeschlossen bleiben dagegen im Allgemeinen solche Fragen, die mit Transportwirkungen und mit dem Strahlungsgleichgewicht in den Atmosphären zusammenhängen. Vor allem wird auf die Theorie der Absorptionslinien eingegangen, ferner auf den Massenverlust der Atmosphären durch abfliegende Atome; endlich auch auf MILNES Theorie der Ca-Chromosphäre.

Endlich wendet sich das Buch von Kapitel XVII an wieder rein physikalischen Fragen zu. Dieses und die beiden folgenden Kapitel behandeln die stoßartigen Wechselwirkungsprozesse der materiellen Gaspartikel untereinander oder auch mit Lichtquanten, und die Beziehungen zwischen den für sie geltenden Wahrscheinlichkeitsgesetzen und den Gesetzen des statistischen Gleichgewichts. Dabei werden z. B. besprochen das BOLTZMANNsche H-Theorem, die Elektronenstöße erster und zweiter Art, die mit Stößen verknüpften Ionisierungen usw., ferner ausführlicher auch die chemische Reaktionskinetik, und sodann die Strahlungsprozesse. Kapitel XX ist der Statistik der Schwankungen gewidmet.

Ein letztes Kapitel bringt endlich diejenigen dem Thema des Buches angehörenden Punkte zur Sprache, in denen der Einfluß der neuen Quantenmechanik wesentlich geworden ist; insbesondere die neuen Statistiken nach BOSE-EINSTEIN und FERMI-DIRAC. Aus dem sehr reichhaltigen Inhalt auch dieses Kapitels sei hier lediglich die schöne Einführung in die neueren Theorien bezüglich der metallischen Leitungselektronen hervorgehoben.

Es würde ungerecht sein, dieser Besprechung des Inhaltes des Buches nicht auch einige Worte bezüglich seiner buchtechnischen Ausführung anzufügen. Die wohltuende Klarheit und Schönheit des Druckes in Text, Formeln und Tabellen und die vorzügliche Ausstattung in Papier und Einband machen die Beschäftigung mit diesem Buche auch abgesehen von seinem Inhalt zu einem Genuß. P. JORDAN, Hamburg.

LECHER, E., **Lehrbuch der Physik für Mediziner, Biologen und Psychologen.** V. Auflage, bearbeitet von St. MEYER und E. SCHWEIDLER. Leipzig: B. G. Teubner 1928. IX, 469 S. und 524 Figuren im Text. 16×24 cm. Preis geb. RM 18.—.

LECHERS Lehrbuch hat sich bei dem Kreise, für welchen es bestimmt war, durch die gefällige Art der Darstellung, durch die Vermeidung von Schwierigkeiten und durch die Sachverständigkeit seines Inhaltes viel Freunde erworben. Den neuen Herausgebern ist es geglückt, den Charakter des Buches zu bewahren und vieles Neue, wie beispielsweise die Lehre von den Röntgenstrahlen und der Radioaktivität und vom Atombau in einer dem Charakter des Werkes entsprechenden Weise einzufügen. Es wendet sich das Lehrbuch wohl vornehmlich an Mediziner, was u. a. daraus hervorgeht, daß physikalische Methoden, die überwiegend in Physiologie und Medizin vorkommen, besonders berücksichtigt werden. Das gilt beispielsweise vom Elektrokardiogramm und graphischer Methodik. Man kann hierüber zweierlei Meinung sein. Wo in Physiologie und Medizin die physikalische Betrachtung eine Rolle spielt, handelt es sich meist um schwierige und recht exakt zu behandelnde Dinge. Diesen Schwierigkeiten wird die Darstellung in diesem Buche nicht ganz gerecht. In einer Neuauflage ließe sich vielleicht diesem Gesichtspunkte Rechnung tragen. Trotz der Kürze des Werkes fehlt nichts, was für den Studierenden von Grenzfächern an der Physik wissenswert ist.

LEON ASHER, Bern.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

In der Sitzung der Berliner Anthropologischen Gesellschaft vom 20. Juli 1929 hielt F. LESSING einen Vortrag über das chinesische Theater mit bildlichen und grammophonischen Vorführungen. Vorher sprach F. BOAS, New York, über **Rasse und seelische Veranlagung.** Rasse als Gleichheit stabiler Formen und der Fortpflanzung, wie wir sie bei den gezüchteten Tieren definieren, läßt sich beim Menschen schwer feststellen. Eine stabile Menschenrasse läßt sich nicht finden. Die extremsten Grundbilder (z. B. breit und kurzköpfig für Böhmen, langköpfig und hellblond für Schweden) sind nicht sicherer reine Rassebilder als die nicht so ausgeprägten Mittelformen. Die Extremform bekommt Nachkommen, die nicht so klar das Extrem darstellen wie der Vater und mehr auf den allgemeinen Typus der Bevölkerung zurückgehen. Es sind die Mitteltypen sogar möglicherweise reiner und stabiler. Überall auf der Welt sind die Formen stark gemischt. Bei langbestehender Mischung von nur zwei ganz bestimmten Bevölkerungen (Hottentotten und südafrikanische Holländer bei den von E. FISCHER beschriebenen Bastards von REHOBOTH als Beispiel) ergibt eine einzige Familie einen Überblick über die gesamte Bevölkerung: anders bei großer Mischung in der Großstadt. Hier bestehen die verschiedensten genetischen Linien, Überkreuzungen der verschiedenen Typen. Man kann die schwedische reine Form bei Menschen in Böhmen, böhmische Formen in Schweden antreffen: morphologisch sich gleichende sind in den verschiedenen Ländern nicht genetisch gleich. Die Kinder schlagen wieder nach dem Landestypus zurück. Noch viel mehr als die morphologischen Eigenschaften überschneiden sich die physiologischen und psychischen Eigenschaften. Diese Eigentümlichkeiten sind zum Teil von der Umgebung, zum Teil von der Erblichkeit abhängig. So ist an der Sprache die Landesgegend erkennbar, wo der betreffende Mensch aufgewachsen ist, unabhängig von seiner Abstammung, und obwohl die Mundwerkzeuge je nach der Abstammung sehr verschieden sind. Die sozialen Verhältnisse sind wichtiger als die Form, nicht bestimmt von Erblichkeit, sondern von der Umgebung. Ebenso ist es mit der Intelligenz. Verschiedene Bevölkerungsgruppen reagieren ganz verschieden, nach Stand, Nationalität, Stadt- oder Landbevölkerung verschieden, aber überall so in den verschiedenen Rassen. Die Frage nach der reinen Rasse scheint sehr unwichtig zu sein. Variabilität in der Rasse und Umwelt scheint viel wichtiger zu sein als die Rasse selbst. Indessen ist eine Rassen- und Familienerblichkeit doch vorhanden. Ein Unterschied besteht zwischen der Rassen- und Familienerblichkeit: dabei fällt die Rassenerblichkeit viel weniger ins Gewicht. Vor dem Vortrage hatte H. VIRCHOW bereits hervorgehoben, daß BOAS Ansicht von der Gleichwertigkeit der menschlichen Rassen und seine Ablehnung von hoch und niedrig im Rassensinn wohlbekannt sei. v. VERSCHUER, E. FISCHER, WESTENHÖFER, ANKERMANN u. a. brachten Ansichten über die besondere Eigentümlichkeit der verschiedenen Menschenrassen vor, weniger nach Intelligenz allein als nach dem gesamten Denken und Fühlen. Gerade aus den Mischrassen und Mischkulturen, wie sie zur Zeit bestehen, sucht man ja die Urrasse und Urkultur herauszufinden. Die Intelligenz wachse in intelligenter Umgebung, aber unmöglich höher als es die angeborene rassenmäßige

Anlage erlaubt. LESSING, der 18 Jahre in China gelebt hat, betonte, wie schwer es sei, auch nach Überwindung der eigentlichen chinesischen Mauer, der Sprache, sich in die Gedankengänge dieses anderen Volkes hineinzuversetzen. F. PINKUS.

Die Bisamratte (Fiber zibethicus L.) mit besonderer Berücksichtigung ihres Auftretens in Österreich. (K. TOLDT jun., Arbeiten d. Reichs-Zentrale f. Pelztier- und Rauchwaren-Forschung, 1929.) Die rasche Ausbreitung der im Jahre 1905 in 5 Stücken aus Nordamerika in Dobrisch (40 km südwestl. von Prag) ausgesetzten Bisamratte in Mitteleuropa ist in mehrfacher Hinsicht ein bemerkenswertes und lehrreiches Ereignis, das die dauernde Beachtung seitens der maßgebenden Kreise erfordert. Die Ausbreitung hat schon seit langem einen solchen Umfang angenommen, daß sie unmöglich von einer Stelle allein überblickt werden kann, sondern gebietsweise behandelt werden muß. Das geschieht auch in den einzelnen betroffenen Ländern in größerem oder geringerem Ausmaße. In der genannten Abhandlung wird zum erstenmal eine eingehende zusammenfassende Darstellung des Auftretens der Bisamratte in Österreich (bis zum Jahre 1927) gegeben, welcher Staat ja nach dem Ausgangslande Böhmen mit zu den zunächst befallenen Gebieten gehört. Dabei ergaben sich auch manche neue Gesichtspunkte, so besonders bezüglich der Wanderung dieser Tiere, ihres Verhaltens in einer Großstadt (Wien) usw. Auch wurde eine Übersicht über die gesamte Verbreitung der Bisamratte in Mitteleuropa gegeben und zu den vielumstrittenen Fragen bezüglich Schädlichkeit und Nützlichkeit dieses Tieres mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Österreich Stellung genommen. Für einen weiteren Leserkreis bestimmt wurden in dieser Broschüre auch die Körperbeschaffenheit, die Lebensweise und die Bekämpfungs- bzw. Fang- und Erlegungsarten kurz erörtert und somit das ganze Wesen dieses Tieres zusammenfassend dargestellt. Hier sollen nur einzelne allgemeine Punkte berührt werden.

In Österreich drangen die ersten Bisamratten im Jahre 1914 von Böhmen her im Nordwesten von Niederösterreich (an der Lainsitz und im Oberlauf der Thaja) und etwas später im nördl. Oberösterreich ein und erhielten bald von Bayern her durch die Donau Zuzug. Seither sind diese beiden Bundesländer im Bereiche der meisten Gewässer befallen worden. Das Bundesland Salzburg und das Burgenland wurden (abgesehen von einzelnen früheren Vorläufern im letzteren) im Jahre 1925 in ihren nördlichen Teilen besetzt, von wo sich die Tiere immer mehr gegen Süden ausbreiteten. In Steiermark wurde anscheinend bisher nur an der Nordgrenze ein Tier erlegt (1924), die übrigen Bundesländer sind noch ganz frei. Wie aus verschiedenen Beispielen deutlich hervorgeht, erfolgt die Ausbreitung besonders rasch großen Strömen entlang, in Österreich namentlich die Donau abwärts, sowie in ebenen Gebieten, die an 2 oder 3 Fronten von mit Bisamratten besetzten Flüssen umgeben sind, z. B. in Niederösterreich nördlich der Donau. Ins Gebirge (nach dem Süden in die Alpen) dringen die Tiere den ungünstigeren Terrainverhältnissen entsprechend merklich langsamer vor und dürften hier wohl nur in größeren wasserreichen Tälern in wesentlichem Grade Fuß fassen. Da der Vormarsch an der Donau in Ungarn bereits deren scharfe Wendung nach Süden erreicht hat, ist einerseits zu erwarten, daß die Ausdehnung nach Süden hier rascher erfolgen wird als im bisherigen Ausbreitungsgebiet, dem im Süden die Alpen entgegenstanden, andererseits, daß, soferne das Flußgebiet der Drau erreicht sein wird und günstige Bedingungen bestehen, die Tiere hier auch von Osten her in die Alpen eindringen werden. — Wie überall ins Neuland, so sandten die Bisamratten auch in das Bundesland Wien zunächst einzelne Vorposten (1922 und 1923), und 1924 erfolgte der eigentliche Einzug. Während sie sich hier in unbewohnten Gebieten, namentlich in der Umgebung der Donaugewässer vielfach angesiedelt haben, treten sie im zusammenhängenden Häuserbereich vornehmlich zur Hauptwanderzeit, d. h. im Frühjahr, in Wasserläufen nicht fernen Straßen ziemlich häufig einzeln auf, und zwar als an sich scheue Tiere hauptsächlich in den ruhigen Nachtstunden. Die aus anderen Gegenden (z. B. aus Bayern) berichtete Herbstwanderung tritt in Österreich nicht auffallend in Erscheinung. Das zahlenmäßige Auftreten der Tiere ist in den ersten Jahren nach dem eigentlichen Einzug in ein Gebiet verhältnismäßig am stärksten, dann läßt es nach, schwankt aber je nach Umständen, so nach den Terrain- und Witterungsverhältnissen, nach dem Grade der Verfolgung u. dgl. Wie anderenorts sind die Tiere auch in den ursprünglichen österreichischen Befallsgebieten und von diesen aus zentrifugal hauptsächlich infolge der Verfolgung von seiten des Menschen stellenweise schon stark zurückgegangen und halten sich nur mehr in ruhigen Gegenden. Inwieweit die Bisamratte in größeren Gebieten dauernd ganz verschwinden wird, entzieht sich vorläufig der Beurteilung, desgleichen die Frage, wie sich die Verbreitung in Europa in weiterer Zukunft gestalten wird, umsomehr als hierbei u. a. auch Neuaussetzungen (s. z. B. Finnland) eine Rolle spielen können.

Betreffs der verschiedenen vielumstrittenen Fragen nach der Schädlichkeit der Bisamratte ergibt sich für Österreich im allgemeinen, daß katastrophale Schäden bisher nicht zu verzeichnen waren, aber wohl vielenorts durch die Grabtätigkeit, den wesentlichen Schädlichkeitsfaktor des Tieres, mehr oder weniger empfindliche Schäden im Gelände und an Kunstbauten (Dämmen der verschiedensten Art) verursacht worden sind. Das darf von jenen, die dadurch selbst nicht in Mitleidenschaft gezogen werden und in der Bisamratte nur einen ganz harmlosen Pelzlieferanten sehen möchten, nicht außer acht gelassen werden. In Österreich erscheint auch insofern eine mildere Beurteilung gegeben, als die Teichwirtschaft keine so wichtige Rolle spielt wie anderenorts, z. B. in Böhmen; doch ist auch eine entsprechende Rücksicht auf die Nachbarn geboten. Zum mindesten muß das Treiben der Tiere stets scharf beobachtet und bei drohender Gefahr sofort rücksichtslos gegen sie vorgegangen werden. Im übrigen kann sich an der Hand der in der Broschüre angeführten Beispiele von authentischen sowie von einigen irrtümlichen Berichten über die verschiedenartige Schädlichkeit der Tiere jedermann selbst ein gewisses Urteil bilden. Jedenfalls haben wir nun ein Glied mehr in der Reihe unserer schädlichen Nager, wie Wanderratte, Feldmäuse, Erdziesel, Wildkaninchen u. a., das aber durch seinen Pelz auch großen Nutzen bringen kann. Autoreferat.

Systematische Fehler in geodätischen Netzen. (G. FÖRSTER und G. SCHÜTZ. Veröff. d. Preuß. Geodät. Inst., N. F. Nr. 101, 1929.) Die Verfasser unterziehen zwei ältere, nach HELMERT ausgeglichene geodätische Netze[1] zweiweiteren Ausgleichungen, und zwar wegen der bekannten, zu großen Widersprüche zwischen Fehlergruppen, was bei deren gesetzmäßigem Verlauf eine unerkannte Ursache vermuten läßt; als solche wird *regio-*

[1] Lotabweichungen, Heft V, und: Die Europäische Längengradmessung in 52° Breite, II. Veröff. d. Geodät. Inst. in Potsdam.

nale Seitenrefraktion angenommen[1]. Die 2 Netze werden *erstens* rein geodätisch ausgeglichen; dabei ergeben sich, gegenüber den älteren Ausgleichen geodätischer *und* astronomischer Messungen, auffällig große, systematische Verschiebungen der Netzpunkte (z. B. an der östlichen Netzgrenze bei Warschau rund 50 m), gleichsinnig in beiden Netzen. *Zweitens* wurden die astronomischen Messungen, die ja wegen ihres kürzeren Lichtweges viel weniger von Refraktionsstörungen betroffen sind, wieder mit einbezogen, aber, im Gegensatz zu den älteren Ausgleichen, ohne Verbesserungen für sie anzusetzen. Tatsächlich treten jene Verschiebungen nunmehr noch stärker auf; jedenfalls ist die Ansicht (s. S. 59) der Verfasser berechtigt: „Sollten noch Zweifel über die Gültigkeit der Theorie und die Tatsache der Seitenrefraktion vorhanden sein, so wird es schwer fallen, einen anderen Grund für die aus beiden Netzen hervorgehende Gleichartigkeit der Netzkrümmungen und Punktverschiebungen zu finden."

Auf Grund des auffällig systematischen Charakters der Verschiebungen wurde ein mittlerer *„Seitenrefraktionsvektor"* zu bestimmen versucht, unter der Annahme, daß während der Zeiten der Winkelmessungen, also hauptsächlich in den Tagesstunden 16—20 Uhr des Juli und August, im Gebiet der Dreiecksnetze ein gleichmäßiges Temperatur- und Druckgefälle bestehe. Außerdem wurde versucht, den Vektor aus meteorologischen Daten zu begründen. Wie dies Täfelchen lehrt:

Des Vektors	Betrag	Richtung
im Netz der Lotabweichung V	+ 0,30 ± 0,14	+ 30° ± 28°
der Längengradm. II	+ 0,39 ± 0,15	zu Null angenommen
aus meteor. Daten	+ 0,10	− 9°

stimmen die kleinen Beträge doch wenigstens im Vorzeichen überein; die Richtung ist vorwiegend Süd-Nord, gemäß dem stärkeren Temperaturgefälle. Danach würde der schwach gekrümmte Lichtstrahl seine konkave Seite nach Nord kehren. Wie die astronomischen Daten, so wirken auch Basen als Korrektive, ihre Messung ist überhaupt frei von Refraktion.

Referent erinnert daran, daß vor Jahrzehnten weit vorgetriebene indische Ketten auffällige Verschwenkungen zeigten; HELMERT riet damals, astronomische Messungen anzuschließen. Ferner hat 1892 FR. KÜHNEN nachgewiesen, daß die bis zum Ural durchgerechneten geodätischen Netze Basislängen lieferten, die von den gemessenen einseitig und ansteigend um mehrere 1000×10^{-7} des log abwichen. Es ist schwer, hierbei an eine Lücke der mathematischen Entwicklungen und nicht an eine physische Ursache zu glauben.

Durch die vorliegende Arbeit ist ohne Zweifel der Wert sowohl der astronomischen Daten als der Basen für den Netzausgleich wesentlich erhöht worden.

RICH. SCHUMANN.

Forschungen zur Geschichte der Optik. (Beilagehefte zur Zeitschrift für Instrumentenkunde). Herausgegeben unter Mitwirkung der Herren H. BOEGEHOLD, Jena; TH. H. COURT, London; F. P. LIESEGANG, Düsseldorf; A. v. PFLUGK, Dresden, von dem Schriftleiter MORITZ v. ROHR in Jena. Nach dem Geleitwort sollen die „Forschungen" der Z. f. Instrumentenkde. in zwanglos erscheinenden Heften beigelegt werden. Sie sollen wissenschaftliche Bearbeitungen aus der Geschichte der Optik, hauptsächlich bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts, enthalten. Die Kosten hat die Leitung der Optischen Werkstätte von Carl Zeiss übernommen.

Das erste Heft enthält zwei Beiträge. M. v. ROHR (Eine Erinnerung an Joseph Fraunhofer) veröffentlicht Auszüge aus J. F. W. HERSCHELS Tagebuch vom Jahre 1824, über HERSCHELS Zusammentreffen mit FRAUNHOFER, wozu der Herausgeber nach anderen Quellen eine Anzahl Ergänzungen und Schlußfolgerungen geben kann. Im zweiten Aufsatz (Der Glas-Wasser-Versuch von NEWTON und DOLLOND) bespricht der Unterzeichnete das entgegengesetzte Ergebnis beider Forscher und sucht zu zeigen, daß es nicht durch einen Bleizuckerzusatz zum Wasser bei NEWTON, sondern durch die Verschiedenheit der Glasarten zu erklären ist. Weiter wird die langsame Erkenntnis der Farbenzerstreuung und ihrer Besonderheiten (ihre Unabhängigkeit von der mittleren Brechung, die Verschiedenheit der Teilzerstreuungen) behandelt, eine Entwicklung, bei der die Namen NEWTON, EULER, DOLLOND, KLINGENSTJERNA, CLAIRAUT, BOSCOVICH, BÉGUELIN, ZEIHER hervortreten. Es wird versucht, die uns erhaltenen Angaben zahlenmäßig auszuwerten. Als Nebenergebnis erscheint die Entwicklung der Durchrechnung durch ein Prisma. Die Arbeit schließt etwa 1770, die Fortentwicklung bis FRAUNHOFER bleibt einer späteren Behandlung vorbehalten.

H. BOEGEHOLD.

Der Stand der deutschen Pelztierzucht 1928. Ob es gelingen wird, die schonungslose Verfolgung der wilden Pelzträger ganz entbehrlich zu machen und eine neue Haustierindustrie zu schaffen, steht noch dahin. Soweit sich die Entwicklung bisher überblicken läßt, scheint die deutsche Pelztierzucht aber gute Fortschritte zu machen. Wie dem Bericht STAKEMANNS über den Stand am 31. Dezember 1927 (Züchtungskde 3 [1928]) zu entnehmen ist, waren, soweit Berichte erlangt werden konnten, vorhanden: 840 Silberfüchse, 84 Blaufüchse, 13 Weiß- und Kreuzfüchse, 274 Nerze, 6 Waschbären und 50 sonstige Pelztiere (Karakulschafe, Edelmarder, Fellkatzen, Steinmarder usw.); dieser Bestand umfaßt Deutschland und Österreich. Die Zahl der Pelztiere hat sich gegen Ende 1926 (zusammen 317) also verdreifacht (1267), wobei jedoch ein großer Teil des Zuwachses der Einfuhr zuzuschreiben ist. Die Zahl der Pelztierfarmen beträgt gegenwärtig etwa 60, davon 5 in Österreich und 1 in Danzig. Die Zuchtergebnisse 1927 waren folgende nach Abzug der Verluste: 319 Silberfüchse (aus 344 Zuchttieren), 4 Blaufüchse (52 Zuchttiere), 7 Kreuzfüchse (10), 217 Nerze (150). Schwierigkeiten in der Zucht bereiteten noch die Verluste an Jungtieren infolge mangelnder Auslese der Alttiere. Die Entwicklung der Pelze war nach den vorliegenden Berichten im allgemeinen sehr zufriedenstellend.

E. FEIGE.

[1] Beitrag zur Theorie der Seitenrefraktion. Von G. FÖRSTER; in Gerlands Beitr. z. Geophysik 11 (1912).

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.